



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Análisis de la deforestación en Colombia desde la Curva Ambiental de Kuznets

Laura Victoria Alzate Rodríguez

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Económicas
Bogotá, Colombia

2022

Análisis de la deforestación en Colombia desde la Curva Ambiental de Kuznets

Laura Victoria Alzate Rodriguez

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Medio Ambiente y Desarrollo

Director:

Magíster en Medio Ambiente y Desarrollo Carlos Enrique Díaz Reyes

Codirectora:

Doctora en Estudios Ambientales y Rurales Carmenza Castiblanco Rozo

Línea de Investigación:

Economía y ambiente

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de ciencias económicas, Instituto de Estudios Ambientales - IDEA

Bogotá D.C., Colombia

2022

A mis familiares y amigos, quienes han sabido acompañarme con su inmenso cariño a lo largo de este reto.

Declaración de obra original

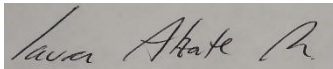
Yo declaro lo siguiente:

He leído el Acuerdo 035 de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. «Reglamento sobre propiedad intelectual» y la Normatividad Nacional relacionada al respeto de los derechos de autor. Esta disertación representa mi trabajo original, excepto donde he reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores en esta disertación, he realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido.

He obtenido el permiso del autor o editor para incluir cualquier material con derechos de autor (por ejemplo, tablas, figuras, instrumentos de encuesta o grandes porciones de texto).

Por último, he sometido esta disertación a la herramienta de integridad académica, definida por la universidad.



Nombre: Laura Victoria Alzate Rodriguez

Fecha 28/02/2022

Fecha

Agradecimientos

Un especial agradecimiento a mi director Carlos Enrique Díaz Reyes y a mi codirectora Carmenza Castiblanco Roza, docentes de la Universidad Nacional de Colombia, por sus indicaciones, observaciones y comentarios, en el proceso de escritura y en la recta final para la entrega del trabajo.

A la Universidad Nacional de Colombia – sede Bogotá, al programa de la Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo y a sus docentes y equipo administrativo, por todo el acompañamiento brindado y su labor de enseñanza. Me ha permitido adquirir experiencias y conocimientos sin los cuales este trabajo no habría podido realizarse.

Resumen

Análisis de la deforestación en Colombia desde la Curva Ambiental de Kuznets

Colombia es un país con dinámicas socioeconómicas particulares donde confluyen altos niveles de desempleo, desigualdad y pobreza junto a dinámicas extractivistas y de narcotráfico. Así mismo, cuenta con una gran riqueza natural y cobertura boscosa que se ha visto mermada debido a la deforestación que en algunas ocasiones se encuentra relacionada con actividades económicas. La hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets (CAK) permite analizar la relación entre crecimiento económico y deterioro ambiental planteando una relación en forma de “U” invertida; sin embargo, para el análisis de la deforestación en Colombia esta hipótesis no es concluyente. Si bien se presentan sectores económicos como el agropecuario y de hidrocarburos que influyen de diferentes maneras en la deforestación, también hay otros motores de deforestación como la tala ilegal y la siembra de cultivos de uso ilícito que son ajenos a actividades económicas. Siendo así, para lograr una reducción de los niveles de deforestación en el país no basta con el crecimiento económico por sí mismo, sino que hace falta un cambio estructural para una reconfiguración de la estructura productiva del país hacia actividades que incentiven la reforestación, como lo puede ser la producción de productos de bosque no maderables, y un fortalecimiento institucional para atender aquellos otros motores ajenos a las dinámicas económicas del país.

Palabras clave: Curva Ambiental de Kuznets (CAK), crecimiento económico, deforestación.

Abstract

Analysis of deforestation in Colombia from the Environmental Kuznets Curve

Colombia is a country with particular socioeconomic dynamics where high levels of unemployment, inequality and poverty come together with extractivist and drug trafficking dynamics. Likewise, it has a great natural wealth and forest cover that has been reduced due to deforestation that is sometimes related to economic activities. The Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis allows us to analyze the relationship between economic growth and environmental deterioration by proposing a relationship in the form of an inverted "U"; however, for the analysis of deforestation in Colombia this hypothesis is not conclusive. Although there are economic sectors such as agriculture and hydrocarbons that influence deforestation in different ways, there are also other drivers of deforestation such as illegal logging and the planting of crops for illicit use that are unrelated to economic activities. Thus, in order to achieve a reduction in the levels of deforestation in the country, economic growth by itself is not enough, but a structural change is needed for a reconfiguration of the productive structure of the country towards activities that encourage reforestation, as it can be the production of non-timber forest products, and an institutional strengthening to attend to those other engines outside the economic dynamics of the country.

Keywords: Environmental Kuznets Curve (EKC), economic growth, deforestation.

Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Lista de gráficas	XII
Lista de ilustraciones	XIII
Lista de tablas	XIII
Introducción	1
1. Curva Ambiental de Kuznets	5
1.1 Definición y antecedentes	5
1.2 Estimaciones y resultados:	7
1.3 Curva Ambiental de Kuznets en Colombia	10
2. Contexto colombiano.....	13
2.1 Contexto socioeconómico: principales indicadores.....	13
2.2 Cadena productiva de la economía forestal en Colombia.....	21
2.3 Deforestación en Colombia	29
3. Estimación del modelo	35
3.1 Modelo econométrico	35
3.2 Resultados	38
4. Discusión.....	43
5. Conclusiones y recomendaciones.....	47
5.1 Conclusiones.....	47
5.2 Recomendaciones.....	49
A. Código R.....	51
Bibliografía	53

Lista de gráficas

	Pág.
Gráfica 2-1: Proporción población urbana y rural	14
Gráfica 2-2: PIB y PIB per cápita Colombia 1990-2020.....	15
Gráfica 2-3: Rentas de recursos naturales en Colombia 1990-2019	16
Gráfica 2-4: Porcentaje del total de exportaciones	17
Gráfica 2-5: Índice de GINI Colombia.....	18
Gráfica 2-6: Incidencia pobreza monetaria y multidimensional en Colombia	19
Gráfica 2-7: Tasa de desempleo anual 2001-2020.....	20
Gráfica 2-8: Producción productos forestales maderables 2005-2019.....	23
Gráfica 2-9: Producción productos forestales no maderables 2005-2019.....	25
Gráfica 2-10: Importaciones productos forestales no maderables 2005-2019	26
Gráfica 2-11: Consumo intermedio de productos forestales y derivados por actividad 2019.....	27
Gráfica 2-12: Superficie deforestada 2013-2018	30
Gráfica 2-13: Área cultivos de uso ilícito 2011-2020	32

Lista de ilustraciones

	Pág.
Ilustración 1-1: Curva Ambiental de Kuznets	7
Ilustración 3-1: Resultados modelación	40

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 3-1: Lista de variables dependiente e independientes	36
Tabla 3-2: Matriz de correlaciones	39

Introducción

La relación entre el crecimiento económico y el deterioro ambiental, ha sido constantemente debatida en los últimos años, planteándose desde algunos enfoques teóricos la posibilidad de un crecimiento económico que no implique un deterioro del ambiente. La hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets (CAK) analiza la relación entre variables económicas y ambientales. Esta plantea que la relación entre crecimiento económico y deterioro ambiental es positiva en el corto plazo, pero que, una vez las economías crecen, se llegará a un umbral a partir del cual el crecimiento económico del país contribuye a reducir el deterioro ambiental en el largo plazo, obteniéndose así una relación en forma de “U” invertida (Correa, 2004).

Esta hipótesis ha sido analizada para diferentes países en el mundo con resultados heterogéneos que relacionan variables económicas y sociales de inversión, educación, mejoras tecnológicas o institucionales, entre otras. Para el caso de Colombia, hay estudios frente a la CAK que validan la hipótesis y ubican al país en la fase en la que el crecimiento implica deterioro ambiental. Aun así, es imperativo analizar si esta hipótesis se sostiene cuando se utilizan indicadores ambientales asociados a la deforestación, pues es posible una variación en los resultados dependiendo el parámetro ambiental que se esté estudiando, dadas las características particulares de cada parámetro, así como su relación con la dinámica del sistema económico.

Es pertinente analizar si, de ser el caso, el hecho de que Colombia se ubique en la parte creciente de la curva implica que el crecimiento económico, por sí solo, se constituye como una solución a las problemáticas ambientales que posee el país. Dado que la hipótesis de la CAK contempla la posibilidad de que, en la parte creciente de la curva, un mayor crecimiento económico está asociado a un mayor deterioro ambiental, cualquier resultado estadístico que posicione a Colombia en esta etapa inicial resulta insuficiente para entender la problemática, siendo necesario explorar si, dada la composición, estructura y evolución histórica de las condiciones socioeconómicas de Colombia, el solo hecho de

crecer económicamente puede llegar a garantizar una reducción de la deforestación o si, por el contrario, un mayor crecimiento económico implica una mayor demanda de recursos forestales por parte del sistema económico, conduciendo así a una mayor afectación.

Para propósitos del presente trabajo, se analizará la relación entre la deforestación y el crecimiento económico en Colombia, de manera que se identifique si se cumple la hipótesis de la CAK, para lo cual es preciso estudiar las dinámicas económicas que explican la deforestación en el país y discutir respecto a si el crecimiento económico es una alternativa viable para reducir la deforestación en un país con las características socioeconómicas de Colombia.

Lo anterior responde, por un lado, al debate coyuntural sobre la relación entre crecimiento económico y deterioro ambiental. Por otro lado, a que los estudios que exploran la hipótesis de la CAK en Colombia se enfocan en otros indicadores ambientales, principalmente de calidad de aire. Al respecto, se considera que, dadas las condiciones particulares de la economía de Colombia, caracterizada por la importancia relativa de la economía extractiva en la balanza comercial, la producción pecuaria a través de ganadería extensiva, la elevada desigualdad entre las regiones, la expansión de la frontera agrícola y la presencia de cultivos ilícitos, existen suficientes razones para formular la hipótesis de que el crecimiento económico en Colombia está relacionado con un incremento de la deforestación, siendo dicho crecimiento económico, por sí solo, un factor insuficiente para revertir la problemática ambiental asociada a la deforestación.

El trabajo se desarrolla a través de cinco apartados. En un primer momento, se aborda la hipótesis de la CAK, sus antecedentes y estimaciones para diferentes países y para el caso colombiano. El segundo apartado corresponde con el contexto colombiano y aborda los principales indicadores socioeconómicos del país, la cadena productiva de la economía forestal y la deforestación en Colombia. En el tercer apartado se realiza una estimación econométrica para analizar de forma cuantitativa la relación entre el crecimiento económico y la deforestación. Le sigue un cuarto apartado en el que se discuten los resultados. Finalmente, en la quinta sección se presentan las conclusiones y recomendaciones relevantes.

Para el desarrollo del trabajo se utilizó una metodología mixta, que contempla una etapa cualitativa y otra cuantitativa. La investigación cualitativa se llevó a cabo por medio de un análisis documental y una revisión bibliográfica, con la organización y el manejo de fuentes a través del gestor bibliográfico Zotero. En aras de identificar los antecedentes conceptuales y prácticos de la CAK, así como las dinámicas económicas y aquellas relacionadas al recurso forestal y la deforestación en el país, la revisión bibliográfica se trabajó agrupada en diferentes subtemas o categorías para facilitar la búsqueda y organización de la información y se centró en el uso de recursos bibliográficos electrónicos.

Respecto a la etapa cuantitativa, se implementó una búsqueda y sistematización de datos asociados al crecimiento económico, la deforestación y otras variables de interés. La búsqueda de dicha información estadística se realizó en diferentes bases de datos de acceso público, administradas por diferentes entidades como Banco Mundial, DANE, IDEAM, WRI, entre otras. Una vez recolectada y organizada, se utilizó el software estadístico de R-Studio para procesar la información y analizar la relación entre las variables bajo la hipótesis de la CAK.

1. Curva Ambiental de Kuznets

1.1 Definición y antecedentes

Desde el siglo pasado, a medida que las preocupaciones ambientales fueron tomando fuerza y se posicionaron en las agendas y discusiones de organismos internacionales y distintos países, el sistema económico se ha vuelto cada vez más cuestionable y el paradigma referente al crecimiento económico sin límites se tambalea. La hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets (CAK) surge como una herramienta teórica para el entendimiento de la disyuntiva entre el crecimiento económico y la sostenibilidad.

En el libro *Los Límites al Crecimiento: Informe al Club de Roma sobre el predicamento de la humanidad* (Meadows & Club of Rome, 1972), se identificaron diferentes cuestionamientos al paradigma de crecimiento sin límites. En este trabajo, se abordaron temas diversos como las restricciones físicas y el crecimiento demográfico (aunque cabe destacar que desde el siglo XIX Malthus (1798) planteó cómo la tendencia exponencial del crecimiento demográfico imponía límites al crecimiento), como factores clave para entender los límites de la economía.

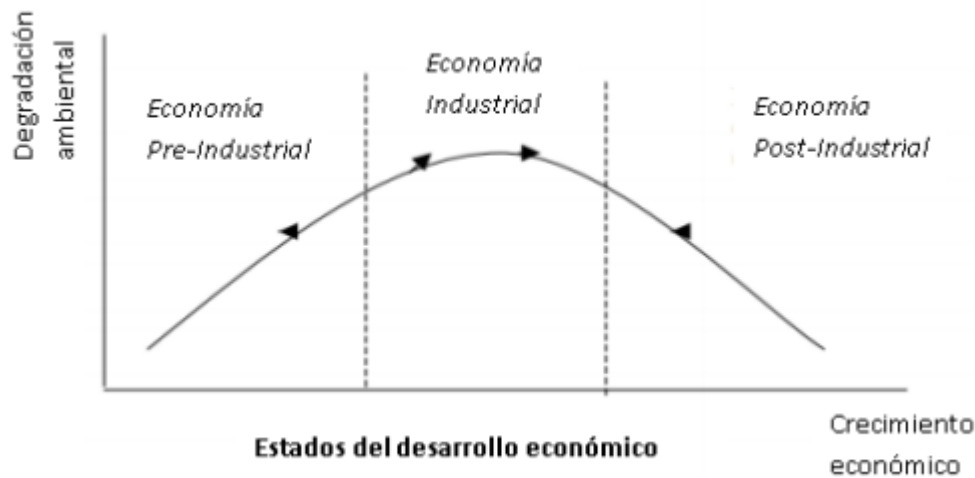
Ahora bien, desde una perspectiva contemporánea, las limitaciones físicas serán o no limitantes del crecimiento según la capacidad de sustitución, el progreso técnico y el cambio estructural de la economía. En el informe del Banco Mundial (1992) sobre desarrollo mundial se exploraron los vínculos existentes entre el crecimiento económico y el medio ambiente. En dicho informe, se establecieron las problemáticas ambientales de los distintos países como una función de la fase de desarrollo en la que se encuentren, sus políticas ambientales y la estructura de su economía, teniendo en cuenta también que el crecimiento de la actividad económica exacerba los problemas a través de la contaminación por el uso de energía fósil, la deforestación y el uso indebido de recursos.

Si bien no se menciona explícitamente lo que sería denominado más adelante como la CAK, sí se encuentran los planteamientos fundamentales de la hipótesis: *“el aumento de la actividad económica puede provocar problemas ambientales, pero también contribuir a abordarlos si las políticas y las instituciones son adecuadas.”* (Banco Mundial, 1992). Desde esta perspectiva, el aumento del ingreso disminuye las problemáticas ambientales, aunque inicialmente estas situaciones empeoren.

Por su parte y sin mayor asociación con lo ambiental, Kuznets (1955) planteó la existencia de una forma de una “U” invertida respecto a la relación entre el crecimiento económico y la desigualdad en la distribución del ingreso, donde el crecimiento económico implica en un principio una mayor desigualdad del ingreso y, más adelante, una mayor igualdad. Al respecto, cabe señalar que, de acuerdo con la hipótesis de Kuznets, la variable explicativa sería la distribución del ingreso y no el crecimiento económico; es decir, para que los países puedan seguir creciendo económicamente, primero deben resolver la desigualdad del ingreso.

Posteriormente y sin mucho respeto por el trabajo original de Kuznets, aunque guardando armonía con las tendencias de la política ambiental de la época, diversos autores como Grossman y Krueger (1991) y Selden y Song (1994), desarrollaron la llamada Curva Ambiental de Kuznets -CAK (EKC por sus siglas en inglés), según la cual, en una fase inicial el crecimiento económico implica deterioro ambiental, hasta alcanzar un umbral a partir del cual el crecimiento económico traerá consigo una disminución de la degradación ambiental. En esta nueva teoría, el crecimiento económico pasó a ser la variable explicativa, de tal manera que sería la causa de un mayor o menor deterioro ambiental, dependiendo de la sección de la curva en la que se ubique una economía.

En la Ilustración 1-1: Curva Ambiental de Kuznets se puede apreciar gráficamente la hipótesis de la CAK dividida en 3 fases, cada una de ellas asociada a un estado del crecimiento económico. La primera fase, en la cual la curva crece, se asocia a una economía preindustrial, centrada en la producción primaria; la segunda fase corresponde a una economía industrial, en la cual el deterioro ambiental se exagera y alcanza su punto máximo; finalmente, en la tercera fase, correspondiente con el tránsito a una economía postindustrial, la curva decrece y se presenta un crecimiento económico que disminuye el deterioro ambiental (Rivera Reyes, 2020).

Ilustración 1-1: Curva Ambiental de Kuznets

Fuente: Rivera Reyes (2020).

1.2 Estimaciones y resultados:

La hipótesis de la CAK ha sido ampliamente analizada por distintos autores para diferentes países, empleando toda una variedad de indicadores ambientales. Los resultados no son homogéneos, toda vez que, mientras que algunos estudios han concluido la existencia de la CAK, otros no validan la hipótesis y otros encuentran un cumplimiento parcial de la curva, identificando un comportamiento cíclico en forma de “N” o “N” invertida.

Dentro de los primeros estudios que analizaron la relación entre el crecimiento económico y la degradación ambiental, particularmente con indicadores de contaminación atmosférica, se encuentran el texto de Grossman y Krueger (1991), quienes, más adelante, realizaron un nuevo estudio (G. M. Grossman & Krueger, 1995), esta vez con indicadores asociados a la calidad del agua, variando sus resultados de acuerdo con el indicador ambiental utilizado.

Por otro lado, Selden y Song (1994) analizaron la relación entre crecimiento económico y deterioro ambiental usando datos panel para cuatro diferentes contaminantes atmosféricos en distintos países. En sus resultados, validaron la CAK, toda vez que encontraron una relación en forma de U invertida entre las emisiones per cápita de los cuatro contaminantes y el ingreso per cápita; sin embargo, predijeron un crecimiento rápido de las emisiones

globales en las siguientes décadas.

Los resultados de las estimaciones empíricas de estos y de otros estudios, como Panayotou (1993, 1997), Shafik (1994), Cole et al. (1997), Heerink et al. (2001), Bimonte (2002), entre otros, realizados en la última década del siglo XX y primeros años del siglo XXI, pueden ser apreciados de forma sintetizada en el trabajo doctoral de Vázquez (2007), el cual evidencia la disparidad de resultados con los diferentes indicadores ambientales.

Catalán (2014) realizó una estimación de la CAK para 144 países en el periodo entre 1990-2010, a través de un modelo de datos panel. En este trabajo, el autor encontró que la relación entre las emisiones de CO₂ per cápita y el PIB per cápita toma una forma de N, de manera que la disminución de emisiones se presenta a medida que se incrementa el ingreso, pero solo de forma transitoria. Adicionalmente, encontró que variables como la eficiencia energética y la protección de recursos naturales en política ambiental son relevantes a la hora de reducir el deterioro ambiental derivado del crecimiento económico.

Mendoza (2015) estimó y comparó la CAK para diferentes países desarrollados, entre los que se incluyen Estados Unidos, Alemania, Reino Unido y Canadá, utilizando como indicador ambiental las emisiones de CO₂ per cápita. Asimismo, formuló críticas a la CAK a nivel conceptual y econométrico, abordando factores diferenciales y característicos de países en desarrollo.

Allard et al. (2018) analizaron la relación entre las emisiones de CO₂ y el PIB per cápita para 74 países, que se agruparon de acuerdo con sus niveles de ingreso. A partir de una regresión con datos panel, encontraron una relación en forma de "N" para los distintos grupos de países, con excepción de los países con ingreso medio-alto.

Sterpu et al. (2018) analizaron la relación entre gases de efecto invernadero per cápita, medido en CO₂ equivalente y PIB per cápita, teniendo en cuenta otras variables como el consumo de energía interno y el consumo de energías renovables para 28 países de la Unión Europea entre 1990 y 2016. Utilizando dos modelos diferentes (cuadrático y cúbico), los resultados que obtuvieron fueron inconclusos, pues, mientras que en el modelo cuadrático se verifica la hipótesis de la "U" invertida; con la forma funcional cúbica obtuvieron una curva con forma de "N" invertida.

Maneejuk et al. (2020) analizaron la hipótesis de la CAK utilizando como indicador de degradación ambiental las emisiones de CO₂ para 44 países agrupados en 8 bloques (EU, G7, OCDE, ASEAN, EFTA, GCC, NAFTA y Mercosur). De acuerdo con sus resultados, la hipótesis de la curva se valida únicamente para los tres primeros, y, a nivel individual, únicamente en 9 de los 44 países estudiados.

Buitenzorg y Mol (2011) analizaron la CAK para deforestación, con especial atención al impacto de la democracia en la tasa de deforestación, encontrando una curva con forma de U invertida. Concluyeron que la democracia tiene un mayor nivel explicativo sobre la deforestación que el ingreso, implicando que debe existir un mayor énfasis en la democratización a la hora de reducir la deforestación, aunque encontraron que los países en transición democrática experimentan los mayores niveles de deforestación.

Esmaeili y Nasrnia (2014) evaluaron el impacto de variables como derechos de propiedad, índice de precio de agricultura, población e ingreso sobre la deforestación en Irán, confirmando la hipótesis de la CAK. Estos autores encontraron que, mejorar las políticas ambientales y asegurar los derechos de propiedad, puede llevar a la reducción de la tasa de deforestación en Irán.

Joshi y Beck (2017) verificaron la hipótesis de la CAK para deforestación comparando distintos países pertenecientes a la OCDE y de regiones que no pertenecen a la OCDE (Latinoamérica, Asia y África). Los autores determinaron cómo diferentes variables impactan en la deforestación. Sus resultados evidenciaron una curva con forma de N para los países pertenecientes al organismo de cooperación internacional y únicamente para la región de África, entre los países no pertenecientes a la OCDE, se identificó el patrón de la CAK.

Nepal et al. (2019) validaron la hipótesis de la CAK utilizando datos panel para áreas de bosque en 168 países, incluyendo variables como la densidad poblacional rural y el tamaño de la fuerza de trabajo. Asimismo, proyectaron el área total de bosque bajo diferentes escenarios planteados por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), de acuerdo con sus trayectorias socioeconómicas compartidas, mostrando un incremento en el área global de bosque en los diferentes escenarios, como cabría esperar de validarse la

hipótesis de la CAK.

Tsiantikoudis et al. (2019) encontraron un patrón en forma de “N” invertida en la relación entre las emisiones de CO₂ por deforestación y el ingreso per cápita en Bulgaria. En tal sentido, el crecimiento económico mejora la calidad ambiental en un primer momento, hasta un punto a partir del cual la relación se revierte, generando detrimento ambiental para que, posteriormente, vuelva a disminuir dicho deterioro.

Murshed (2020) probó la validez de la CAK con tres indicadores relativos a la deforestación (cobertura de bosque, tasa de deforestación y tasa de agotamiento de los bosques) en Bangladés. Adicionalmente, el estudio tomó en cuenta la calidad de la democracia en el país, analizando el papel que juegan las instituciones en la relación entre crecimiento económico y deforestación.

Con la anterior recopilación de diferentes estudios realizados de la CAK para diferentes países se observan potenciales variables a implementar como la población, institucionalidad, democracia, entre otras, las cuales serán incorporadas como parte del análisis cualitativo y cuantitativo que se desarrolla en el presente trabajo.

1.3 Curva Ambiental de Kuznets en Colombia

Es común la implementación de datos panel que recogen información sobre distintos países en el análisis de la CAK. En tal sentido, la literatura referente al estudio de la hipótesis para países específicos, incluido el caso de Colombia, no es tan amplia. A continuación, se relacionan algunos estudios, realizados principalmente en el último par de décadas, que abordan la CAK para grupos de países que incluyen a Colombia, así como otros realizados particularmente para el caso del país.

Correa et al. (2005) exploraron la validez de la hipótesis de la CAK para Colombia con indicadores de contaminación atmosférica (emisiones de CO₂ y SO₂), analizando el impacto que generan sobre el medio ambiente variables como la distribución del ingreso, los derechos civiles, las libertades políticas y la densidad poblacional. Concluyeron que Colombia se encuentra en la fase creciente de la curva planteada por la hipótesis, donde

crecimiento económico implica deterioro ambiental y, adicionalmente, encontraron una relación positiva entre las emisiones de CO₂ y el coeficiente de Gini.

Trujillo et al. (2013) analizaron la validez de la CAK para Colombia utilizando datos de residuos sólidos dispuestos en rellenos sanitarios municipales, basados en información procedente de 707 municipios en el período 2008-2011, controlando variables como la densidad poblacional. Entre sus resultados, se encontró evidencia que soporta la hipótesis de la CAK, así como variación en el punto de inflexión entre la región andina y el resto del país, en donde el nivel de ingreso a partir del cual el deterioro ambiental empieza a disminuir es diferente según la región que se analice.

Martínez et al. (2017) analizaron el cumplimiento de la hipótesis de la CAK frente a la relación entre crecimiento económico y emisiones de CO₂, considerando 11 países de Sudamérica para un periodo de análisis entre 1991 a 2014, teniendo en cuenta variables como la población, la Inversión Extranjera Directa (IED), el desempleo y la exportación de bienes y servicios. Sus resultados indicaron la existencia de la CAK para cinco de los países analizados, entre estos Colombia destaca como el país de mayor cumplimiento de la hipótesis.

Pinzón y Gonzales (2018) evaluaron la validez de la hipótesis de la CAK basados en evidencia empírica para Colombia en el periodo de 1971-2014, corriendo un modelo de series de tiempo y utilizando como indicador de degradación ambiental las emisiones de CO₂. Sus resultados validaron la existencia de una curva con forma de N.

Un estudio que resulta pertinente a la hora de analizar la hipótesis de la CAK para Colombia, es el realizado por Zilio (2012), quien analiza los argumentos teóricos que sustentan la hipótesis de la CAK a la luz de las particularidades económicas, sociales e institucionales que se presentan en países en desarrollo, tales como la desigualdad en la distribución del ingreso y la debilidad institucional, que generan que el punto de quiebre, a partir del cual la relación entre el producto y la degradación ambiental se invierte, se desplace hacia mayores niveles de ingreso.

En línea con lo anterior, el estudio de Saravia (2005) analizó la CAK para el caso latinoamericano, encontrando que la hipótesis no se cumple para la región, lo cual puede

estar relacionado con factores estructurales, variables institucionales y de distribución, entre otras.

En este sentido, aunque se hayan realizado distintos estudios para Colombia, bien sea de forma específica o contemplando al país dentro de un conjunto, se observa una predominancia de los análisis con indicadores de contaminación atmosférica. Igualmente, se observa una discrepancia en los resultados y una necesidad de realizar análisis bajo las particularidades socioeconómicas del país.

Al igual que los estudios mencionados en el apartado anterior, los realizados para Colombia y expuestos en éste reiteran la importancia de variables diferentes al ingreso al momento de explicar el deterioro ambiental en el país. Aunque los estudios mencionados para Colombia no son realizados con indicadores de deforestación, las variables que relacionan la institucionalidad, mencionadas en más de una ocasión, pueden ser igualmente pertinentes, así como variables poblacionales y de distribución del ingreso que hacen parte de las realidades de contexto que tiene el país.

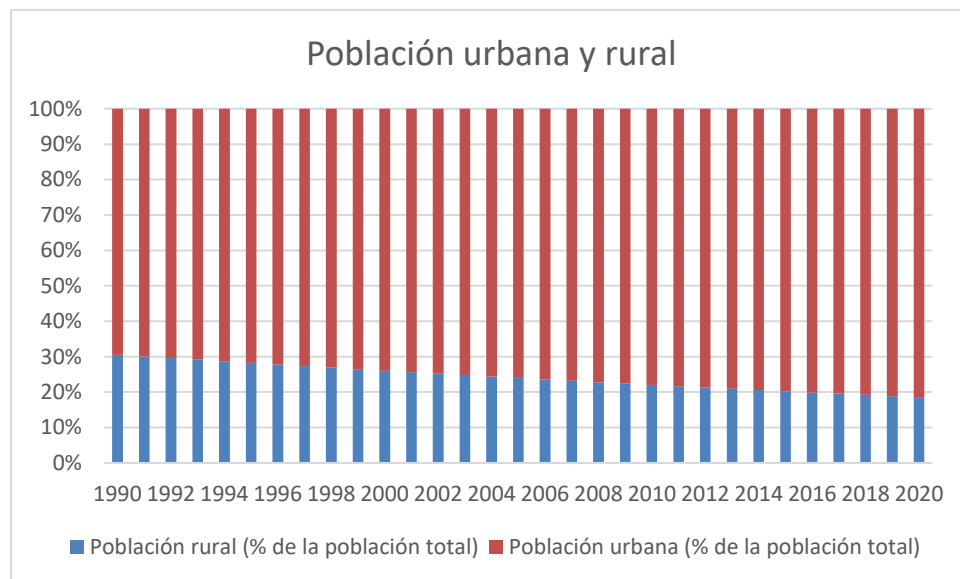
2. Contexto colombiano

2.1 Contexto socioeconómico: principales indicadores

Colombia es un país latinoamericano con costa en el Mar Caribe y Océano Pacífico que limita con los países de Venezuela, Brasil, Ecuador, Perú y Panamá. Ubicado en la zona ecuatorial, el país no presenta las 4 estaciones, aunque cuenta con periodos conocidos de verano e invierno. Asimismo, cuenta con diversidad de climas y pisos térmicos que propician una gran biodiversidad de especies animales y vegetales en sus ecosistemas acuáticos y terrestres. Gran parte del territorio se encuentra caracterizado por un clima ecuatorial o tropical húmedo con precipitaciones constantes siendo el predominante del territorio. Otros climas presentes en el país son templado, seco, monzónico, tropical seco y polar (Victoria Camelo, 2021), indicando variedad de condiciones geográficas que a su vez implican diversidad de flora y fauna acorde a los diferentes regímenes climáticos.

El país tiene una distribución político administrativa que lo divide en 32 departamentos y 1123 municipios. Se caracteriza como un país diverso y pluricultural con presencia de comunidades raizales, negras, afrodescendientes, palenqueras, Rom, indígenas y mestizas en cinco regiones: Andina, Amazónica, Caribe, Pacífica y Orinoquía, cada una con sus particularidades geográficas, ambientales, económicas y culturales, siendo la más poblada la región Andina.

A nivel demográfico, el país muestra un aumento general de la población. De acuerdo con datos del Banco Mundial (2021) la población en Colombia pasó de 33'102.569 personas en 1990 a 50'882.884 en 2020. Este crecimiento se ha visto reflejado, a su vez, en un aumento de la población urbana y una disminución en la población rural como porcentaje del total. La población rural pasó de representar el 30,52% en 1990 al 18,58% de la población total en 2020 (Gráfica **2-1**). Esto implica una tendencia de reconfiguración demográfica por cuenta de la migración de áreas rurales a centros urbanos.

Gráfica 2-1: Proporción población urbana y rural

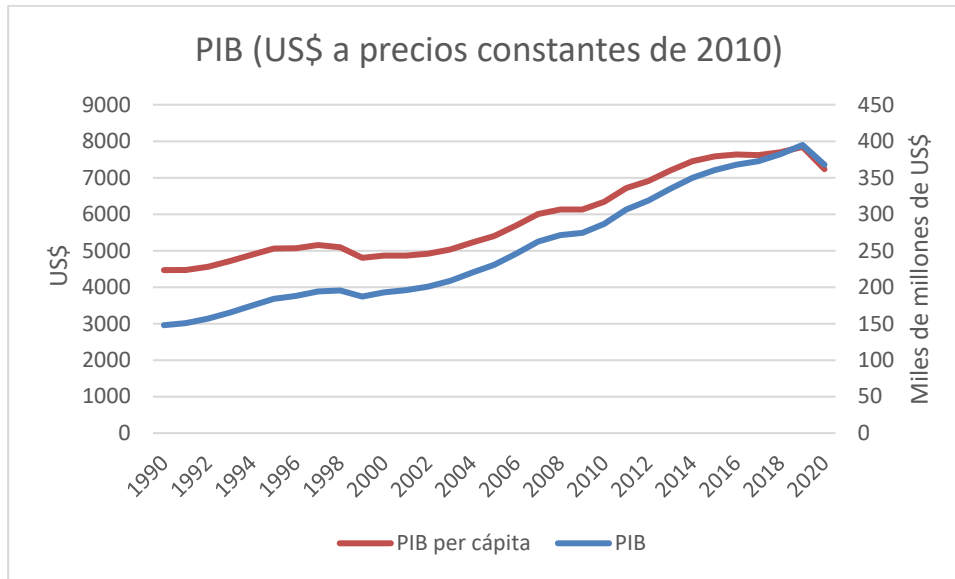
Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial.

En materia económica, unas de las principales variables utilizadas para reflejar el comportamiento de la economía son el Producto Interno Bruto (PIB) y el PIB per cápita. La Gráfica 2-2 permite observar el comportamiento histórico de estas dos variables en el país. Se observa, en general, un comportamiento creciente, pasando de un PIB per cápita de 4.467 dólares en 1990 a 7.228 dólares en 2020. Asimismo, se observan algunas caídas en los años de las crisis de 1998 y 2008, y una disminución en el PIB per cápita en el año 2020, asociada a la coyuntura sanitaria mundial por la pandemia del covid-19.

Ahora bien, el PIB como medidor de crecimiento enfrenta críticas frente a su capacidad de revelar información en torno a la calidad, bienestar y desarrollo de un país y de sus ciudadanos. Juan Martínez (1998) presenta algunas de las críticas al PIB en relación a su incapacidad de reflejar la realidad en torno al bienestar social, limitándose a representar un indicador meramente económico. Frente a la distinción entre los términos de crecimiento y desarrollo, Julio Silva-Colmenares (2014) relaciona el desarrollo con atributos cualitativos mientras que al crecimiento con aspectos predominantemente cuantitativos. Éste último estaría centrado en el aumento de la riqueza del país, comúnmente representada en el PIB, mientras que el primero propendería también por el bienestar y la calidad de vida de la población. Las limitaciones para recoger aspectos

sociales de indicadores como el PIB son así mismo apreciadas dentro del informe de la Comisión Sarkozy. Dentro de las conclusiones a las que se llega en el informe Stiglitz-Sen-Fitoussi se implican la falta de estadísticos para medir el bienestar social y algunas recomendaciones para mejorar el ámbito de la medición del desarrollo (Silvia-Colmenares, 2014).

Gráfica 2-2: PIB y PIB per cápita Colombia 1990-2020



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2021)

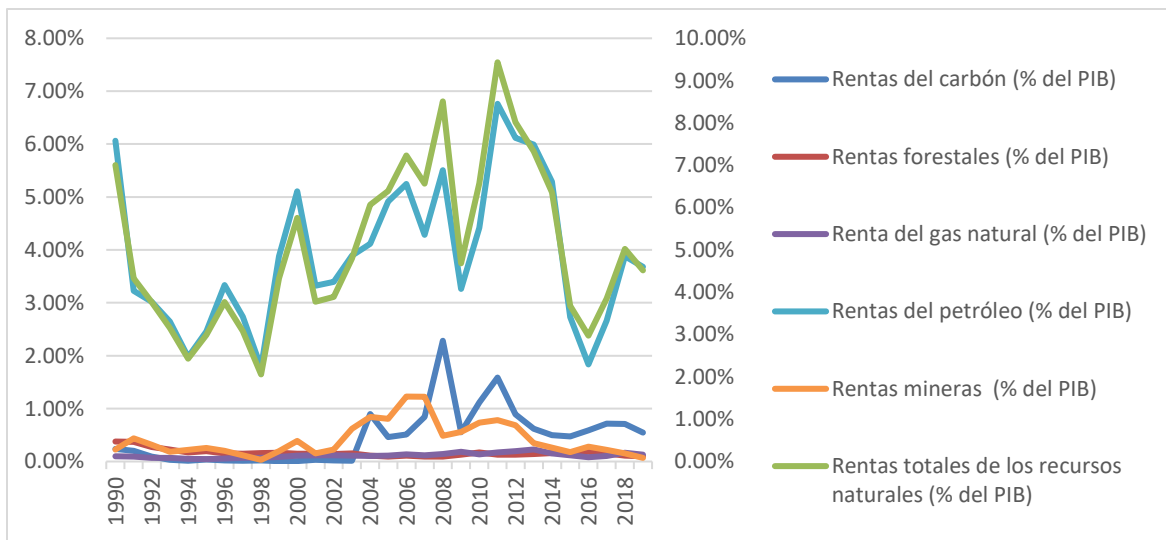
El comportamiento histórico del PIB permite observar de forma muy general el crecimiento económico del país; sin embargo, no permite observar las dinámicas al interior de la economía de Colombia. De acuerdo con datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), las actividades de agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca, representaron el 6.27% del PIB nacional para 2017, mientras el 5.24% correspondió a la explotación de minas y canteras¹. En este sentido, al menos el 11.51% del PIB nacional correspondió al sector primario de la economía con participación de dinámicas extractivistas, toda vez que se entiende el extractivismo como “(...) un modelo económico y político basado en la mercantilización y explotación desenfrenada de la naturaleza.” (Carvajal, 2016), lo que comprendería no solo la explotación petrolífera y minera sino

¹ Datos a precios constantes de 2015.

también la ganadería extensiva, los monocultivos y la explotación silvícola del bosque natural.

De acuerdo con los datos disponibles del Banco Mundial, en el año 2011 las rentas totales de recursos naturales como porcentaje del PIB en Colombia alcanzaron el 9.43%, siendo el pico más alto en los últimos 30 años. Éstas son principalmente impulsadas por las rentas del petróleo, seguidas lejanamente por las rentas del carbón y no tanto por las forestales, mineras y de gas natural, como puede apreciarse en la **Gráfica 2-3**, la cual, a su vez, muestra que las rentas basadas en la extracción de recursos naturales tuvieron una importancia fluctuante, pero de forma general creciente entre 1998 y 2011, año a partir del cual su importancia en la economía nacional empezó a disminuir, representando menos del 5% del PIB en 2018.

Gráfica 2-3: Rentas de recursos naturales en Colombia 1990-2019

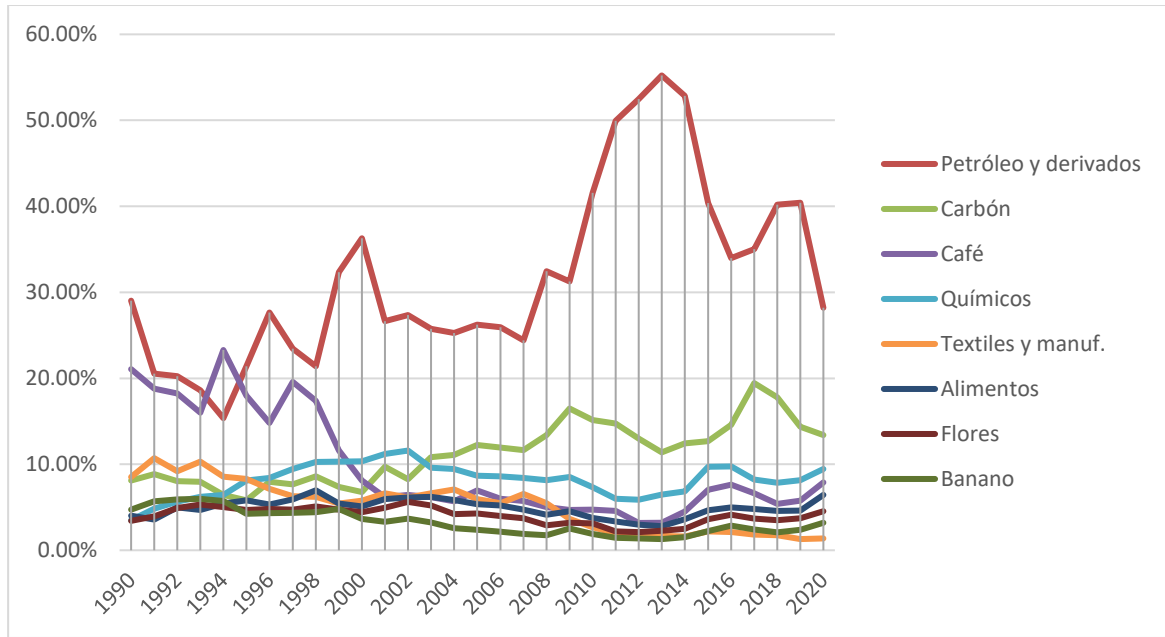


Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial

Estas tendencias económicas hacia el sector primario de la economía y la explotación de recursos naturales son indicativas de una etapa temprana de desarrollo económico. Asimismo, se observa que, respecto al comercio exterior, en los últimos 5 años el petróleo y sus derivados han representado el mayor porcentaje de exportaciones de Colombia, rondando entre el 30% y el 40% del total y llegando a superar más del 50% en el periodo entre 2012 y 2014 (Gráfica 2-4). Seguido del petróleo se encuentra el carbón y químicos, como algunos de los principales productos de exportación del país, desplazando las

exportaciones de café, pues éstas en el año de 1994 superaban el porcentaje de petróleo y derivados frente a las exportaciones totales.

Gráfica 2-4: Porcentaje del total de exportaciones



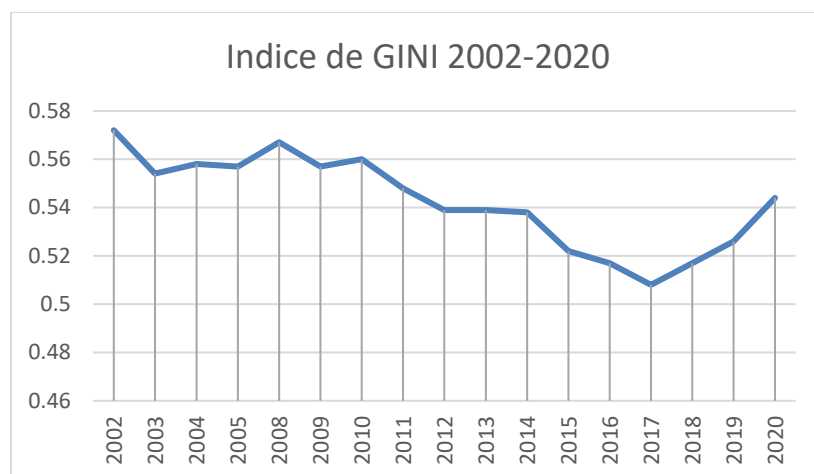
Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de la República

Frente a la distribución del ingreso, Colombia presenta un panorama poco favorable, con altos niveles de desigualdad que lo ubican dentro de los países más inequitativos de América Latina y el mundo (Serrano, 2018). El índice de GINI, indicativo de la distribución de ingresos, tiene un promedio de 0.52 para los últimos 5 años.

En la Gráfica 2-5 se observa que este indicador ha tenido una tendencia decreciente desde 2002 hasta 2017 y creciente a partir de 2017. Cabe resaltar que en ningún año del periodo comprendido entre 2002 y 2020 el GINI ha sido inferior a 0.5. De acuerdo con Sánchez-Torres (2017), estos niveles de desigualdad pueden ser en parte explicados por brechas regionales en niveles de ingreso, pues Colombia mantiene heterogeneidades regionales a nivel económico y social. En el año 2008 el departamento del Chocó registró un GINI de 0.619, mostrando la peor distribución de ingresos a nivel departamental, mientras que

Cundinamarca para ese mismo año obtuvo un GINI de 0.46, de acuerdo con datos del DANE.

Gráfica 2-5: Índice de GINI Colombia

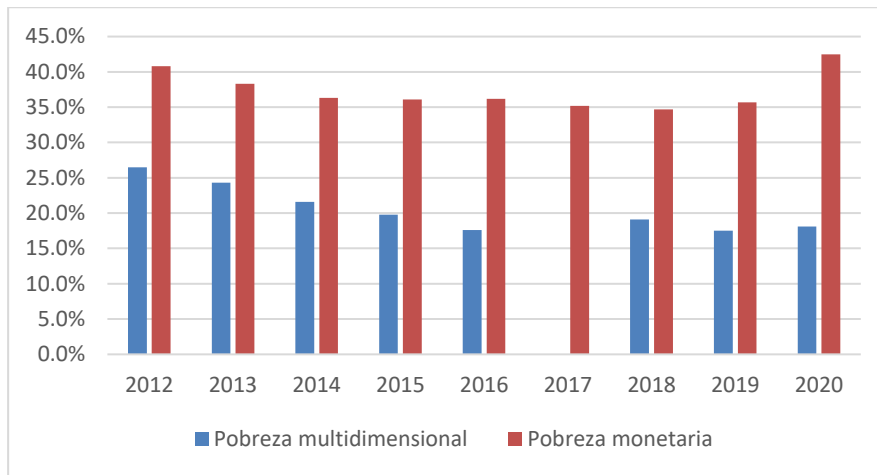


Fuente: Elaboración propia con datos del DANE².

En materia de pobreza, el escenario del país tampoco es alentador. Pese a presentar disminuciones en los índices de pobreza monetaria y multidimensional entre 2012 y 2016, estos se mantienen elevados. En la Gráfica 2-6 se visualiza la incidencia de pobreza en Colombia entre 2012 y 2020. En términos de pobreza monetaria, se presentó un incremento en los últimos tres años, llegando en 2020 al 42.5% de la población en esta situación, superando incluso los niveles registrados en 2012. Este aumento, que se da tras un comportamiento decreciente, se vio exacerbado con la emergencia sanitaria mundial por covid-19 en el año 2020.

En cuanto a la incidencia de la pobreza multidimensional se observa un comportamiento decreciente que se mantiene de forma general, pasando del 26.5% en 2012 a 18.1% de población en esta situación en 2020, siendo el nivel más bajo alcanzado en 2019 con 17.5% (Gráfica 2-6).

² La fuente del DANE no dispone información del indicador para los años de 2006 y 2007 debido a problemas de comparabilidad como resultado del cambio metodológico que implicó la transición de la Encuesta Continua de Hogares a la Gran Encuesta Integrada de Hogares.

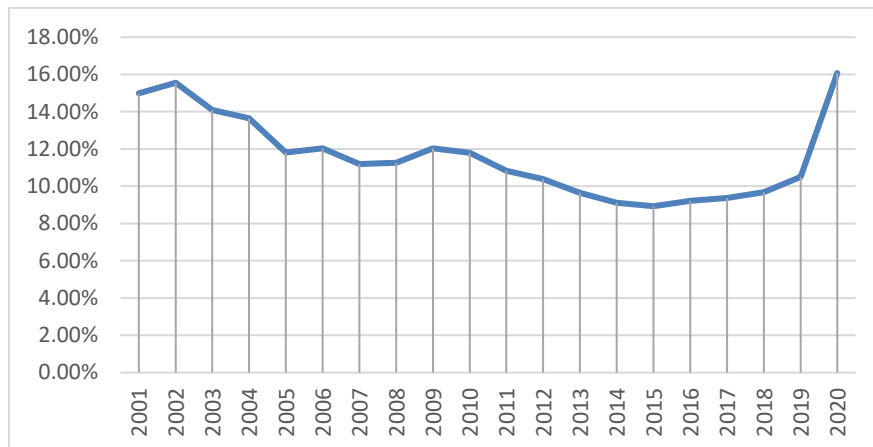
Gráfica 2-6: Incidencia pobreza monetaria y multidimensional en Colombia

Fuente: Elaboración propia con datos del DANE³

La pobreza multidimensional tiene en cuenta diferentes variables entre las que se incluye hacinamiento, barreras de acceso a servicios, desempleo, analfabetismo, trabajo infantil, entre otros, siendo el trabajo informal, el bajo logro educativo, el rezago escolar y el desempleo de larga duración las cuatro variables con más altos niveles en los últimos cinco años (DANE, 2021). En 2020 la inasistencia escolar llegó a superar el desempleo de larga duración, posiblemente relacionado con el cierre de instituciones educativas por motivo de la emergencia sanitaria mundial por covid-19, el bajo acceso a medios tecnológicos para la asistencia remota y las desigualdades en el acceso a servicios de conectividad e Internet.

Las cuatro variables con mayores valores dentro de los indicadores de pobreza multidimensional corresponden al sector educativo y al laboral, lo que permite inferir que el país tiene deficiencias en materia de formación de capacidades y capital humano. Este aspecto es concordante con las altas tasas de desempleo en Colombia. Como se observa en la Gráfica 2-77, los niveles de desempleo en Colombia superaron el 10% en los últimos años, con una tendencia creciente a partir de 2015, llegando en 2020 a una tasa de 16.07%.

³ Para el año 2017 el DANE no dispone de información representativa de pobreza multidimensional a nivel nacional.

Gráfica 2-7: Tasa de desempleo anual 2001-2020

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de la República

Otros aspectos importantes de mencionar en este apartado corresponden con la dimensión institucional y política. Los indicadores de democracia y de percepción de corrupción (CPI) permiten dar una idea del nivel de democracia y de la capacidad institucional que tiene el país. Entre más alto el indicador de democracia el país es más próximo a una democracia plena. Igualmente, si el índice de percepción de corrupción arroja valores altos, refleja una mejor percepción frente a los niveles de corrupción en el sector público, y con esto posiblemente una mayor aceptación de la gestión y capacidad institucional del país.

Para el caso de Colombia, en general los valores de los dos indicadores han aumentado para 2020 frente a los registrados en 2012. El índice de democracia pasó de 6.63 a 7.04 , lo que mantiene la tendencia a una democracia deficiente, mientras el índice de percepción de corrupción pasó de 36 a 39; sin embargo, este incremento no es significativo y todavía se mantiene un nivel alto de percepción de corrupción en el país, que para el 2020 lo posiciona en el número 92 de 180 en el ranking de países por CPI.

El índice de gobierno es a su vez un indicador a nivel institucional y político. Este corresponde al índice de funcionamiento del gobierno y toma en cuenta diferentes aspectos tales como la confianza en el gobierno y partidos políticos, sistema de verificación y balance del ejercicio del gobierno, mecanismos e instituciones para asegurar correctos ejercicios electorales, autoridad del gobierno en la totalidad del territorio, libertades individuales, corrupción, entre otros. Para el caso colombiano, éste pasa de ser 75 en 2012

a 67,9 en 2018 (Gapminder, 2021) indicando una disminución que puede estar relacionada con niveles altos de percepción de corrupción y desconfianza en la institucionalidad del país.

En este contexto, Colombia enfrenta realidades desfavorables en las distintas dimensiones de su desarrollo; altos niveles de desempleo y pobreza, desigualdades en la distribución del ingreso, debilidades institucionales y vulnerabilidad económica asociada a los altos niveles de exportación de materias primas y las fluctuaciones en precios internacionales. Aun así, es de destacar que, durante el siglo XXI hasta 2016, se presentaron mejoras en indicadores económicos a la vez que aumentaba la importancia del sector extractivo en la economía, lo que podría indicar una relación positiva entre el crecimiento económico y el deterioro ambiental en el país, concorde con la primera etapa de la hipótesis de la CAK.

2.2 Cadena productiva de la economía forestal en Colombia

Colombia cuenta con un gran potencial para el desarrollo de su economía, a través del adecuado manejo de sus recursos forestales y del fortalecimiento de la cadena productiva forestal. Más de 14 millones de hectáreas presentan aptitudes alta y media para el desarrollo de plantaciones forestales con fines comerciales (SIPRA, 2021). Los sistemas agroforestales y silvopastoriles favorecen la producción agropecuaria, a la vez que juegan un rol importante en la mitigación del cambio climático, a través de los servicios ecosistémicos que prestan los bosques (FAO, 2020).

En materia de bosques y recursos forestales, Colombia cuenta con bosques de niebla, seco, húmedo tropical, manglares y de galería en los que viven parte de sus 55.000 especies entre animales y vegetales (WWF, 2021). Para el año 2017, la extensa cobertura boscosa del país alcanzaba cerca del 52% del territorio nacional, con una extensión de 59'311.350 hectáreas de bosque natural (IDEAM, 2018).

Los bosques son en sí mismos ecosistemas y, por lo tanto, representan un *“complejo dinámico de comunidades vegetales, animales, y de microorganismos en su medio no viviente, que interactúan como una unidad funcional materializada en un territorio, la cual se caracteriza por presentar una homogeneidad, en sus condiciones biofísicas y*

antrópicas” (IDEAM et al., 2017). Como ecosistemas, los bosques cumplen una variedad de funciones y brindan servicios ecosistémicos. Según la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (2005), los servicios ecosistémicos pueden ser de aprovisionamiento, con productos obtenidos de los ecosistemas; de regulación, con beneficios obtenidos de procesos de regulación de ecosistemas; culturales, que no implican beneficios físicos o materiales, y de soporte, necesarios para la presencia de otros servicios ecosistémicos.

De acuerdo con el Sistema de Información de Gestión y Desempeño de Organizaciones de Cadenas-SIOC (2021), la cadena forestal define y coordina acciones para el mejoramiento competitivo de sus eslabones, incluyendo el sector primario, con productores forestales y reforestadores; el industrial, con transformadores de productos; y el comercial, con comercializadores de productos. Un cuarto componente de esta cadena, corresponde al consumo de los productos, que pueden ser intangibles, maderables y no maderables, obtenidos mediante la concurrencia de los distintos recursos del sector: naturales, humanos y de capital (UPRA, 2018).

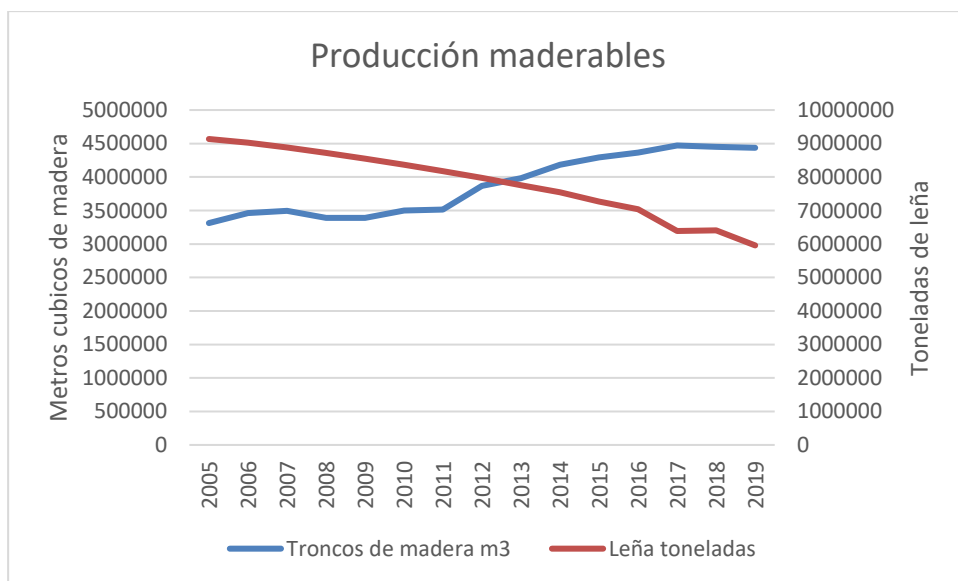
Dentro de las actividades relacionadas al recurso forestal, en la extracción primaria se encuentra la silvicultura, relacionada con la conservación y el manejo de los bosques, árboles y tierras forestales (UPRA, 2018). En Colombia, de acuerdo con el Decreto 2811 de 1974, las áreas forestales se categorizan en tres tipos: 1. Productoras, para la obtención, comercialización o consumo; 2. Protectoras, para la protección del recurso; y 3. Protectoras-productoras, cuando la zona se conserva, pero además es susceptible de actividades productivas. En este Decreto, se entiende el aprovechamiento forestal como la extracción de productos de un bosque, y se categoriza como aprovechamientos persistentes, únicos o domésticos. Esta caracterización se tiene en cuenta para el aprovechamiento que se realice del bosque natural, para lo cual se debe solicitar un permiso de aprovechamiento forestal ante la Corporación Autónoma Regional correspondiente. Estos permisos propenden por la sostenibilidad y el adecuado manejo de los bosques naturales (CAR, s. f.), y responden a los lineamientos y políticas de las autoridades ambientales competentes.

Frente al área de plantaciones forestales comerciales en el país, para el corte de diciembre del año 2020, ésta correspondió a 540.430 hectáreas, con las regiones Andina y Orinoquia abarcando la mayor cantidad de hectáreas sembradas, siendo Antioquia el departamento

con mayor número de área sembrada con 120.865 ha (22%), seguido por el departamento de Vichada con 110.589 ha (20%) (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2021b); lo que indica un crecimiento en el área de plantaciones forestales comerciales, pues se estima que para el año 2016 ésta era de 450.000 ha (UPRA, 2018).

En materia de producción maderable, se presenta un escenario de crecimiento en la producción de troncos de madera que comprende “*madera en bruto destinada a madera aserrada, tableros de madera, pulpa de madera, otra madera en rollo industrial y madera usada para actividades agrícolas y para construcción*” (DANE, 2021), pasando de 3'312.224 m³ en 2005 a 4'436.697 m³ en 2019 (**Gráfica 2-8**: Producción productos forestales maderables 2005-2019), crecimiento que puede deberse en parte al aumento en el área de cobertura con plantaciones forestales con fines comerciales mencionado anteriormente, como también a un aumento en el aprovechamiento de especies de bosque natural. Por otro lado, se presenta un decrecimiento en la producción de leña para este periodo, pasando de más de 9 millones de toneladas a cerca de 6 millones, entendiendo que ésta incluye la cantidad de leña que los hogares recolectan del bosque. Este decrecimiento en la producción de leña, que generalmente es aprovechamiento de bosque natural y hogares rurales, puede deberse en parte a la migración hacia zonas urbanas o a la sustitución de la leña como combustible por otros tipos de combustibles.

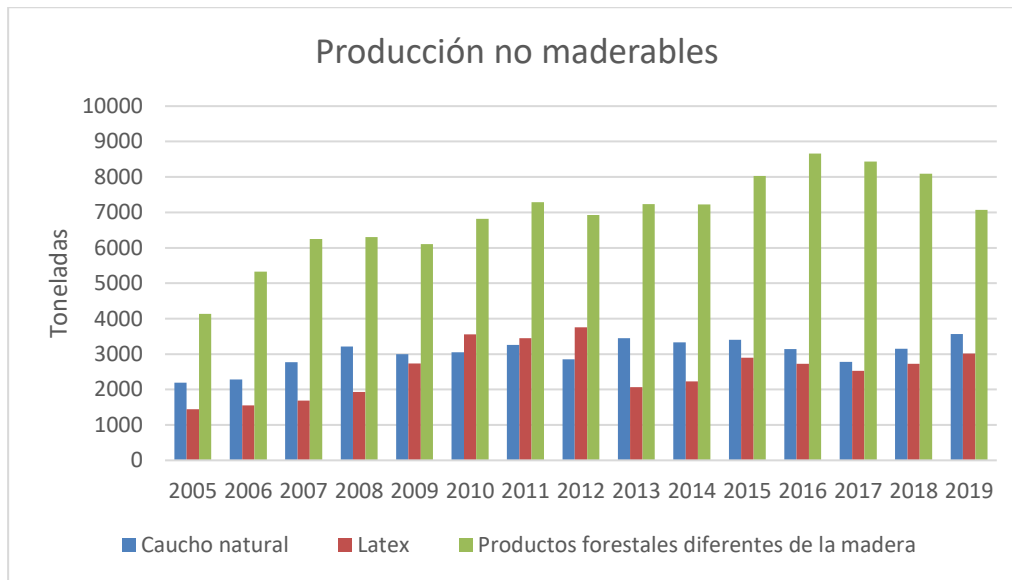
Gráfica 2-8: Producción productos forestales maderables 2005-2019



Fuente: Elaboración propia con datos de balances oferta utilización e indicadores derivados Base 2015 – DANE, 2021.

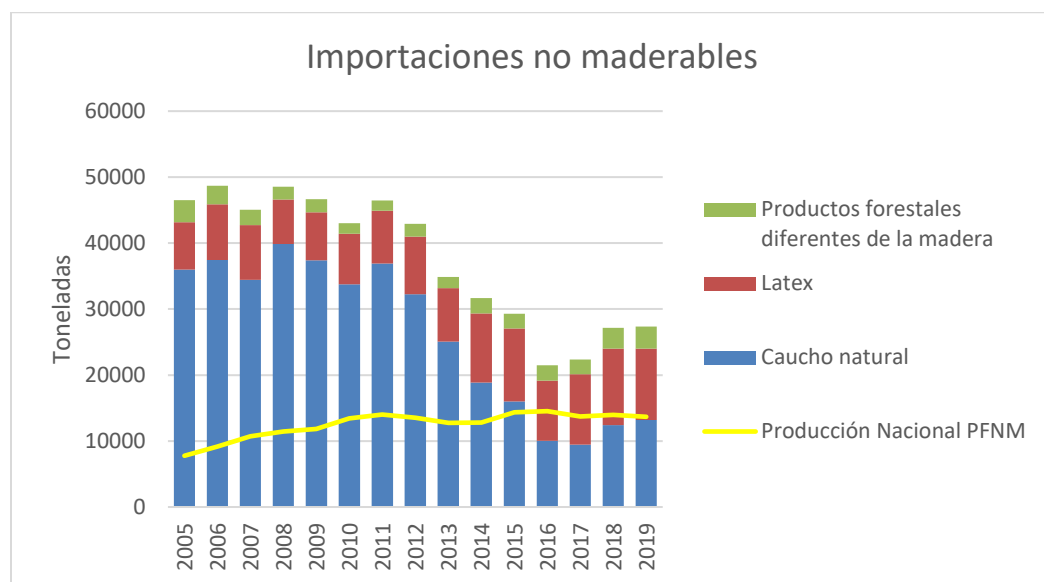
Aunque las cuentas satélites ambientales del DANE no permiten una diferenciación entre plantación forestal y bosque natural frente a la procedencia de la producción forestal, es de esperar que una gran parte de esta producción provenga de bosque natural, en consideración que la extensión de plantaciones forestales es significativamente inferior que el área con bosque natural. De hecho, para el año 2017, en el cual se presenta una producción de troncos de madera de 4'470.880 m³, se encuentra que 2'601.124 m³ fue el volumen de madera movilizada de plantaciones forestales (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2021b), lo que puede estar influyendo en los niveles de deforestación del país. Dentro de las especies maderables más comercializadas en Colombia entre agosto de 2018 y agosto de 2019 se encuentran el sajo, otobo, sande, choibá, chanul, roble, cedro, bálsamo, caimo, chingalé, entre otras, provenientes del bosque natural pantanoso, húmedo tropical, seco tropical, entre otros (Blanco, 2020), mientras que las especies de plantaciones forestales comerciales comprenden pinus patula, acacia mangium, eucaliptus grandis, entre otras (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2021b)

En relación con la producción de productos forestales no maderables, se observa un crecimiento de la producción de caucho natural, látex y otros productos, pasando de 2.193; 1.440 y 4.135 toneladas en 2005 a 3.570; 3.014 y 7.074 toneladas en 2019 respectivamente (Gráfica 2-9). El manejo forestal para la producción de productos forestales no maderables podría tener una incidencia en la disminución de la deforestación, pues, contrario a los aprovechamientos maderables, éste no requiere la remoción permanente del bosque ni exige que se deforeste. De hecho, representan una alternativa para la conservación de los bosques al poder aprovecharse sin la destrucción de los árboles y contar con ciclos de crecimiento y producción más rápidos (Velandia, s. f.).

Gráfica 2-9: Producción productos forestales no maderables 2005-2019

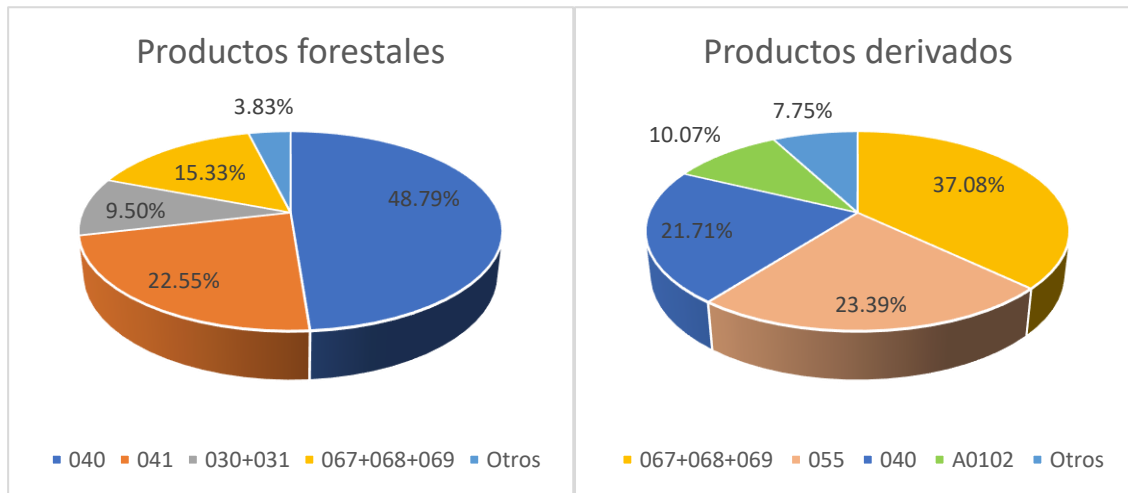
Fuente: Elaboración propia con datos de balances oferta utilización e indicadores derivados Base 2015 – DANE, 2021

Ahora bien, la producción primaria del sector no logra suplir la demanda que se da de los productos, especialmente en lo que respecta a productos forestales no maderables, teniendo en cuenta sus niveles de importación frente al total de la producción nacional. En la **Gráfica 2-10** se observa que las toneladas importadas de productos forestales entre caucho, látex y otros productos no maderables superaban con creces los niveles de producción nacional. Para el año 2005, esta diferencia era cercana al 600% de la producción local, y si bien la diferencia ha venido disminuyendo, tanto por crecimiento en la producción como por decrecimiento en las importaciones, para el año 2019 las importaciones siguen representando cerca del 200% de la producción nacional.

Gráfica 2-10: Importaciones productos forestales no maderables 2005-2019

Fuente: Elaboración propia con datos de balances oferta utilización e indicadores derivados Base 2015 – DANE, 2021

En materia del consumo intermedio para procesos de transformación, se encuentra que, en el año 2019, de acuerdo con la clasificación CIIU Rev. 4 A.C., las actividades económicas intensivas en consumo de productos forestales, incluyendo maderables y no maderables, corresponden a la transformación de la madera y fabricación de productos de madera, corcho, cestería y espartería excepto muebles (040); fabricación y productos de papel y cartón (041); elaboración de azúcar y panela (030+031); y actividades relacionadas con la construcción (067+068+069). En la Gráfica 2-11 puede observarse que la participación de estos sectores en el consumo intermedio de productos forestales corresponde a 48,79%; 22,55%; 9,50%; y 15,33%, respectivamente. En cuanto al consumo intermedio de productos derivados de la transformación de troncos de madera en 2019, las actividades relacionadas a la construcción (067+068+069) representan el 37.08% de las toneladas de consumo intermedio, seguidas por la fabricación de muebles, colchones y somieres (055) que participa con un 23,39%, y fabricación de productos de madera (040) con el 21,71%.

Gráfica 2-11: Consumo intermedio de productos forestales y derivados por actividad 2019

Fuente: Elaboración propia con datos del cuadro oferta utilización Base 2015 – DANE, 2021

Con niveles de demanda superiores a la oferta, el país requiere un incremento en el área con plantaciones forestales comerciales, junto a un aumento de productividad, que permita aumentar la producción y así poder suplir la demanda de productos forestales. De hecho, para un escenario a 2035 en el que no solamente se supla la demanda interna sino que se incrementen los niveles de exportaciones, se requeriría un aumento de cerca de 464.000 ha sembradas con plantaciones forestales con fines comerciales (PROFOR, 2017). En este contexto, la estrategia del Consejo Nacional de la Cadena Forestal Productiva contempla como meta para el cuatrienio 2018-2022 la reforestación comercial de 122.000 hectáreas (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2019).

El sector forestal registra un escenario de baja competitividad, no solamente debido a la poca cobertura de plantaciones en relación con el área apta para las mismas, sino también por su capacidad industrial. De hecho, “(...) en relación con las industrias forestales en otros países, la capacidad instalada de las grandes industrias colombianas es pequeña y presenta problemas de competitividad. A pesar de que en las industrias de pulpa y tableros de madera la tecnología instalada es moderna y similar a la de los países competidores, las empresas colombianas no pueden aprovechar los efectos positivos de una producción a gran escala debido a su menor capacidad.” (PROFOR, 2017, p. 22)

Fuera de las limitaciones que presenta la cadena productiva en extensión de plantaciones, capacidad industrial y demanda de consumo insatisfecha con la producción local, el sector forestal enfrenta otras dificultades correspondientes a la esfera política y reglamentaria. Deficiencias en la coordinación a nivel institucional entre diferentes entidades desemboca en poca claridad de directrices que limitan el aprovechamiento, la gestión del recurso, y facilita el robo del mismo (PROFOR, 2017). Por ejemplo, es el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible la entidad que lidera la formulación de políticas relacionadas con el manejo de los bosques naturales, en el marco de la Política Nacional Ambiental; mientras que el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural lidera las políticas relacionadas con las plantaciones comerciales, en el marco de las políticas agropecuarias.

Adicionalmente, cabe resaltar que una de las problemáticas que enfrenta el sector corresponde a la ilegalidad; sin embargo, se han presentado avances importantes para el fortalecimiento del control en eslabones de aprovechamiento y comercialización de productos provenientes de bosque natural con la construcción del Sistema Nacional de Trazabilidad de Productos Forestales (Blanco, 2020).

Asimismo, desde la institucionalidad y las políticas sectoriales se han desarrollado instrumentos que incentivan la reforestación tales como el Certificado de Incentivo Forestal – CIF, un subsidio con recursos administrados por Finagro, en el cual el Estado asume parte de los costos de instalación, mantenimiento y manutención de las plantaciones forestales teniendo en cuenta los periodos de espera para el retorno de las inversiones (Arbelaez, 2013). Al igual que el CIF se encuentra el Incentivo a la Capitalización Rural – ICR como otro instrumento financiado por el Estado y administrado por Finagro, que si bien no se crea para el desarrollo del sector forestal específicamente no excluye el financiamiento para actividades del sector o mejoramiento de suelos para cultivos que pueden incluir forestales (PROFOR, 2017).

El sector forestal en Colombia es entonces susceptible de mejora y desarrollo, pues, aunque no es aún un sector muy consolidado dentro de la economía nacional, se proyecta que *“En 2038, la cadena productiva de las plantaciones forestales con fines comerciales para la obtención de madera está desarrollada y consolidada, y contribuye en un alto grado, en el marco de la gestión forestal sostenible, para que el sector forestal colombiano sea un importante promotor del desarrollo rural y un componente estratégico del desarrollo*

nacional” (UPRA, 2018), con los beneficios que conlleva no solamente a nivel económico y social sino también ambiental a través de la reforestación.

Como se señaló anteriormente, aunque Colombia cuenta con un importante potencial para la economía forestal, este sector aún no tiene mayor relevancia frente a la economía del país. El desarrollo del sector forestal en Colombia implica, a su vez, desafíos frente a la sostenibilidad que permita mantener la cobertura de bosque natural como ecosistemas estratégicos mientras se potencializa el sector a través de la reforestación y la generación de plantaciones forestales con fines comerciales. Asimismo, un aumento en las plantaciones, que utilice la cobertura apta para las misma, ayuda a disminuir la deforestación en la medida que disminuya la presión existente sobre los recursos de bosque natural. Si bien los renglones relativos a la economía forestal suponen el aprovechamiento de los ecosistemas de bosque, no son éstos los que mayor impacto generan en relación con la deforestación y, por el contrario, otros renglones de la economía con fines extractivistas o centrados en el sector primario repercuten en mayor medida sobre la tasa de deforestación.

2.3 Deforestación en Colombia

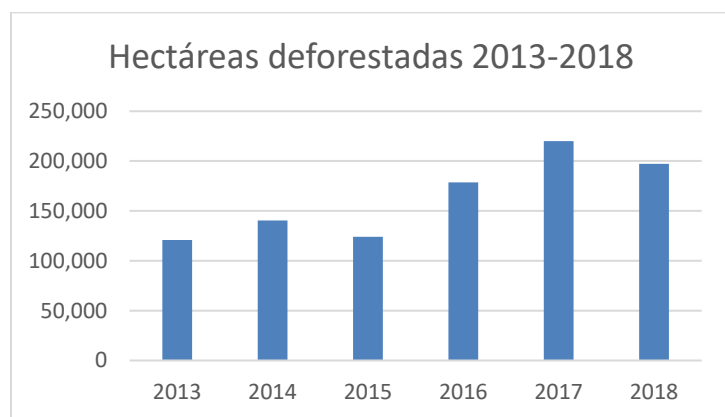
En Colombia, coberturas con bosque natural han pasado a utilizarse para otras actividades, disponiendo de la tierra para otros usos, algunas veces como resultado de aprovechamientos forestales únicos y otras veces respondiendo a otras dinámicas económicas. Pese a la variedad de servicios que brindan los bosques, en Colombia es evidente la transformación de estos ecosistemas. Según la MEC (2017), de 91 ecosistemas generales, 21 se han visto transformados, entre estos, los bosques basales húmedos, las sabanas estacionales e inundables, las zonas pantanosas basales, los bosques inundables basales y subxerofíticos basales; algunos debido a la deforestación, salinización o erosión severa.

Estas transformaciones han tomado un gran peso en los últimos años. De acuerdo con Velásquez (2017), en una comparación entre mapas de 2015 y 2017, el IDEAM evidenció alrededor de 1,5 millones de hectáreas de ecosistemas transformados que corresponden aproximadamente al 1,86% del territorio del país. Adicionalmente, de los 21 ecosistemas que se vieron afectados de acuerdo con el MEC (2017), 17 corresponden a ecosistemas

terrestres, contando con una extensión de aproximadamente 915.736 hectáreas transformadas. Estas transformaciones se destacan en los departamentos del Cesar, Bolívar, Tolima, Chocó, Cundinamarca, Caldas, Guaviare, Meta, Caquetá, entre otros. Particularmente, una gran cantidad de ecosistemas se han visto afectados por la deforestación. En el periodo comprendido entre 2015 y 2016, se destaca al bosque basal húmedo como uno de los principales ecosistemas afectados por la deforestación, con un aproximado de 69,6% de su área afectada.

Los datos del IDEAM registran información de deforestación desde 1990, con diferentes periodicidades de observación como décadas, quinquenios o bienios y solo a partir de 2013 se encuentra disponible la información anual, lo que dificulta el análisis del comportamiento y tendencia de años anteriores. Entre 2015 y 2016 se registraron 178.597 hectáreas deforestadas y, para el año siguiente, la superficie deforestada correspondió a 219.973 hectáreas, evidenciando una tendencia creciente en el área deforestada (Gráfica 2-12). Aunque en algunos años los niveles de deforestación disminuyen, entre 2013 y 2018 suman 981.058 las hectáreas deforestadas en el país.

Gráfica 2-12: Superficie deforestada 2013-2018



Fuente: Elaboración propia con datos del IDEAM (2021).

A nivel regional, para el periodo comprendido entre 2005 y 2015, la mayor pérdida de bosque se dio en las regiones Pacífico, Amazonía y Andina, que coincide con los seis Núcleos de Alta Deforestación (NAD) en los que se presentó el 38% de la deforestación, siendo el principal núcleo Amazonía Norte, con el 23,1% (González et al., 2018). Las regiones Pacífico y Amazonia son, a su vez, las regiones con menor cantidad de área

sembrada con plantaciones forestales, menos aptitud para las mismas y mayor cobertura de bosque natural.

El cambio en el uso de la tierra que pasa de cobertura boscosa a otra cobertura se realiza a través de actores que pueden tener una influencia positiva o negativa en la deforestación y pueden pertenecer a la academia, empresas privadas, entidades públicas, sociedad civil y otros (González et al., 2018). En el *Análisis de tendencias y patrones espaciales de deforestación en Colombia* realizado por el IDEAM (González et al., 2011) se identifican como agentes transformadores de bosque a agricultores, ganaderos, empresas mineras y actores armados.

Frente a las causas asociadas a la deforestación, éstas pueden comprender una relación directa o una relación subyacente; la primera refiere actividades puntuales que implican el cambio en el uso de la tierra transformando el bosque a otra cobertura, mientras las causas subyacentes corresponden a factores que pueden influir las decisiones de los actores para la transformación de los bosques (González et al., 2018) Los motores o causas de la deforestación en el país pueden variar su importancia de acuerdo con el periodo o la región analizadas, aunque se presenten actividades con una mayor participación de manera general.

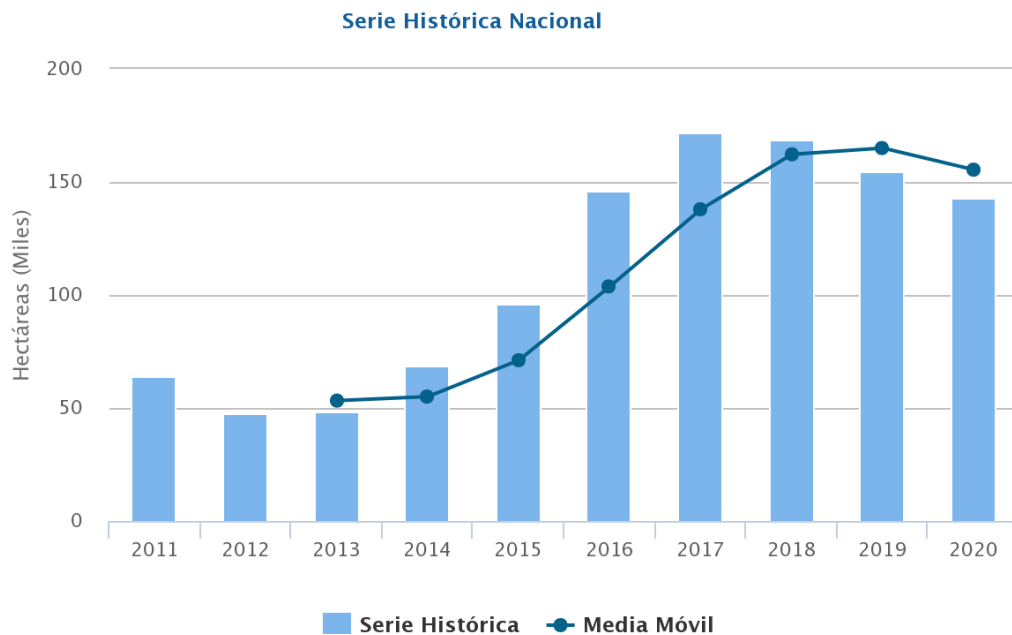
En Colombia el fenómeno de la deforestación tiene entre sus principales causas asociadas la expansión de la frontera agropecuaria, la minería y actividades ilegales como la siembra de cultivos de uso ilícito y la tala ilegal (García, 2013). Otras causas asociadas corresponden a la construcción de infraestructura y a los incendios forestales (MinAmbiente 2019). Todas las anteriores se identifican como causas directas, pues implican cambios en los usos del suelo pasando de coberturas boscosas a otras. Si bien las diferentes causas tienen importancia relativa frente a la deforestación, es la expansión de la frontera agropecuaria la principal causa a la que se alude (González et al., 2011). Esto, a su vez, permite inferir que sectores económicos como el agropecuario y la minería están relacionados de forma positiva con la deforestación.

Entre 2005 y 2012 la cobertura boscosa cambió principalmente a pastos con un 50% seguido de arbustales, cultivos y herbazales; coberturas asociadas en la frontera agropecuaria con actividades de ganadería extensiva y agricultura de pequeña y mediana

escala (González et al., 2018). Asimismo, de acuerdo con datos de la Federación Colombiana de Ganaderos – Fedegan (2021), el inventario total de bovinos y bufalinos alcanzó 29.297.539 cabezas en 2020 y 632.018 predios con explotación bovina en el mismo año, presentando un crecimiento pronunciado desde 2016 cuando se registraban 22.689.420 cabezas y 494.402 predios, esto implica una expansión de la frontera agropecuaria y una presión sobre el uso de la tierra con fines ganaderos; conocidas causas relacionadas a la deforestación.

Frente a los cultivos de uso ilícito, dentro del proceso para su siembra se ubican zonas boscosas alejadas, que dificultan la presencia estatal, en la cuales se realiza la tala y posterior quema de la madera talada, pues resulta más económico que el aprovechamiento de la misma (Roa Castañeda et al., 2014). En la Gráfica 2-13 se muestra el área con cultivos de coca en Colombia entre 2011 y 2020, se observa una tendencia creciente con un pico en 2017, año en el que alcanzó las 171.494 hectáreas y que coincide con el mayor nivel de hectáreas deforestadas entre 2013 y 2018. Adicionalmente, las regiones de Amazonas y Pacífico son las que presentan la mayor cantidad de área sembrada con coca entre 2001 y 2020 de acuerdo con datos de Terridata (DNP, 2021).

Gráfica 2-13: Área cultivos de uso ilícito 2011-2020



Fuente: Observatorio de Drogas de Colombia – ODC (2021)

Para el año 2017, de acuerdo con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, alrededor del 24% del área deforestada en ese año estuvo asociada a cultivos de coca (Tiempo, 2019). Cerca de 608.000 hectáreas han sido deforestadas para la siembra de cultivos de coca entre 1998 y 2012 (Roa Castañeda et al., 2014), y se estima que, entre 2013 y 2017, fueron más de 182.000 hectáreas de bosque nativo deforestadas para la siembra de cultivos de uso ilícito (Policía Nacional, 2020). En este sentido, son mínimo 790.000 hectáreas las que han sido deforestadas para la siembra de cultivos de uso ilícito en Colombia entre 1998 y 2017.

En este punto cabe resaltar que es desde el año 2016 que se presentan más altos niveles de hectáreas sembradas con cultivos de uso ilícito y que coincide con la firma del Acuerdo de Paz entre el Gobierno Nacional y las FARC-EP. Adicionalmente, desde la desmovilización de las FARC-EP se disparó la deforestación a la vez que otros grupos armados ilegales promovían actividades como la tala ilegal y la ganadería (Goenaga Nelly, 2017) acorde también con el crecimiento del inventario bobino y bufalino mencionado anteriormente. Esto puede indicar principalmente dos cosas: 1) El control territorial que mantenía las FARC-EP mantenía también un control sobre la deforestación en el territorio; y 2) Tras la desmovilización de las FARC-EP se da una reconfiguración de actores armados en el territorio que desemboca en un aumento de la deforestación.

En este orden de ideas, la deforestación, en tanto deterioro ambiental derivado de actividades económicas fundamentadas en el aprovechamiento de recursos naturales, no siempre se encuentra relacionada con dinámicas extractivistas, sino que en ocasiones está asociada con el desarrollo de actividades que requieren deforestar el suelo para la producción de bienes que no provienen del bosque, como ocurre en el caso del narcotráfico, la actividad agropecuaria y la minería a pequeña escala.

Al respecto, el crecimiento económico en sectores que no tienen como fin el aprovechamiento de los productos del bosque necesariamente va a estar asociado a una mayor deforestación, mientras que el crecimiento en aquellos sectores que sí tienen como fin el aprovechamiento de los productos del bosque, particularmente de aquellos no maderables, puede estar asociado a una menor deforestación, siempre y cuando esos aprovechamientos se realicen bajo prácticas sostenibles.

3. Estimación del modelo

3.1 Modelo econométrico

Retomando la hipótesis de la CAK, y con ánimo de realizar un análisis que no se limita a la relación entre el crecimiento económico y la deforestación sino también a los motores y causas de la misma, se cuenta con la posibilidad de estimar diferentes modelos con variaciones en las variables independientes, debido a la disponibilidad de información para la muestra y periodo seleccionados.

El modelo simple de la CAK relaciona únicamente la variable indicativa del deterioro ambiental y la variable proxy del crecimiento económico (PIB o PIB per cápita) por lo que para este caso se maneja una función del tipo:

$$PCB_t = \alpha + \beta_1 PIBpc_t + \beta_2 PIBpc_t^2 + \varepsilon \quad (3-1)$$

Donde:

PCB_t: Pérdida de cobertura boscosa, expresada en hectáreas.

PIBpc_t: Producto Interno Bruto per cápita, expresado en dólares a precios constantes de 2010.

PIBpc_t²: Producto Interno Bruto per cápita elevado al cuadrado, expresado en dólares a precios constantes de 2010.

En el anterior y los demás modelos, salvo aclaraciones específicas, las variables presentan una periodicidad anual con datos para el periodo comprendido entre 2006 y 2018, el α representa la constante, el subíndice t corresponde al periodo de tiempo, y los β

corresponden a los estimadores que acompañan las diferentes variables explicativas que tenga el modelo.

Ahora bien, un modelo extenso de la CAK permite incluir otras variables explicativas adicionales a la variable proxy de crecimiento económico. Siendo así, en la ecuación (3-2) se incluyen todas las variables independientes con transformaciones logarítmicas que se utilizaron y representa el modelo a partir del cual se desprenden otros a través de la eliminación de variables.

$$\begin{aligned} \ln PCB_t = & \alpha + \beta_1 \ln PIBpc_t + \beta_2 \ln PIBpc_t^2 + \ln HaCoca + \ln IED + \ln Pobtotal + \\ & \ln PFMM + \ln GINI + \ln GI + \ln PobDes + \ln Area + \ln Inven + \varepsilon \end{aligned} \quad (3-2)$$

A continuación, se muestran resumidas en la Tabla 3-1 las diferentes variables implementadas en los modelos junto a la relación esperada con la pérdida de cobertura boscosa de acuerdo con la información recolectada y la bibliografía consultada:

Tabla 3-1: Lista de variables dependiente e independientes

Variable	Descripción	Relación esperada	Fuente
PCB	Pérdida de cobertura boscosa expresada en hectáreas	Variable dependiente	World Resources Institute – Global Forest Watch (2021)
PIBpc	PIB per cápita en dólares estadounidenses a precios constantes de 2010. Corresponde al PIB dividido por la población a mitad de año	Positiva	Banco Mundial (2021)
PIBpc2	PIB per cápita en dólares estadounidenses a precios constantes de 2010	Negativa	Transformación propia a partir de datos del Banco Mundial

GINI	Índice de Gini que toma Valores entre 0 y 1. Indicativo de la desigualdad en la distribución del ingreso	Positiva	DANE ⁴ (2021)
IED	Inversión Extranjera Directa expresada en millones de dólares estadounidenses a través de la cual se favorece el crecimiento económico particularmente aquellos sectores donde la inversión es mayor	Negativa	Banco de la República de Colombia (2021)
HaCoca	Cultivos con coca expresada en hectáreas	Positiva	DNP (2021)
Pobtotal	Población total expresada en número de personas	Positiva	DNP (2021)
PFMM	Producción forestal maderable (troncos de madera) expresada en metros cúbicos	Positiva	DANE (2021)
PobDes	Población desplazada a causa de afectaciones derivadas del conflicto armado. Expresado en número de personas e implementado como proxy	Indefinida	DNP (2021)

⁴ Los valores para 2001 se toman por regla de tres con datos del Banco Mundial, y para los años de 2006 y 2007 se toman promediando los valores de los dos periodos inmediatamente anteriores y posteriores a esos años.

	del conflicto armado en el país		
Inven	Inventario ganadero que toma en cuenta el inventario total de bovinos y bufalinos a nivel nacional y actúa como proxy del sector ganadero en el país	Positiva	Fedegan (2021)
Area	Áreas sembradas con cultivos expresado en hectáreas como proxy del sector agrícola en el país	Positiva	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2021)
GI	Índice de gobierno que toma valores entre 0 y 100. Toma en cuenta diversos aspectos relacionados a la funcionalidad del gobierno como proxy de la capacidad institucional del país	Positiva	Gapminder (2021) con datos libres transformados de Economist Intelligence Unit (EIU)

Las estimaciones se realizan utilizando el software estadístico de R-Studio, realizando regresiones de series temporales, analizando los signos y la significancia de los estimadores y realizando las pruebas estadísticas para verificar los supuestos de homocedasticidad y no multicolinealidad, para lo cual se utilizan las pruebas NCV y VIF respectivamente.

3.2 Resultados

Primeramente, en la **Tabla 3-2** se puede apreciar la matriz de correlaciones de las diferentes variables utilizadas en los modelos. Se destacan valores cercanos a 1 y -1 que indican niveles altos de correlación entre el PIBpc y la mayoría de variables: IED, GINI, población total y desplazada, producción forestal y GI. Asimismo, se observa que el mayor

coeficiente de correlación de la PCB se encuentra con la variable que toma las hectáreas sembradas con coca seguido del inventario bobino relacionado con la actividad ganadera.

Tabla 3-2: Matriz de correlaciones

	<i>LNPIBpc</i>	<i>LnPCB</i>	<i>LnIED</i>	<i>LnGINI</i>	<i>LnPobtotal</i>	<i>LnPobDes</i>	<i>LnHaCoca</i>	<i>LnPFMM</i>	<i>LnArea</i>	<i>LnGI</i>	<i>LnInven</i>
<i>LNPIBpc</i>	1										
<i>LnPCB</i>	0,192	1									
<i>LnIED</i>	0,736	0,005	1								
<i>LnGINI</i>	-0,911	-0,386	-0,565	1							
<i>LnPobtotal</i>	0,959	0,388	0,589	-0,937	1						
<i>LnPobDes</i>	-0,784	-0,604	-0,325	0,874	-0,921	1					
<i>LnHaCoca</i>	0,416	0,746	-0,001	-0,629	0,570	-0,692	1				
<i>LnPFMM</i>	0,944	0,312	0,602	-0,960	0,935	-0,801	0,576	1			
<i>LnArea</i>	0,485	0,125	0,492	-0,229	0,424	-0,301	0,015	0,268	1		
<i>LnGI</i>	0,751	-0,081	0,624	-0,538	0,687	-0,556	-0,104	0,529	0,673	1	
<i>LnInven</i>	0,494	0,680	0,092	-0,630	0,697	-0,835	0,694	0,563	0,066	0,214	1

Fuente: Elaboración propia utilizando la herramienta de análisis de datos en Excel.

Ahora bien, a partir del modelo mencionado en el apartado anterior (Ecuación 3-2) se desprenden 6 modelos econométricos. En todos estos se tiene como variable dependiente el logaritmo natural de la pérdida de cobertura boscosa y el logaritmo natural de diferentes variables independientes. Los modelos corresponden a las siguientes ecuaciones:

$$1. \quad LnPCB_t = \alpha + \beta_1 LNPIBpc_t + \beta_2 LnPIBpc_t^2 + \varepsilon \quad (3-3)$$

$$2. \quad LnPCB_t = \alpha + \beta_1 LNPIBpc_t + \beta_2 LnPIBpc_t^2 + LnHaCoca + LnIED + LnPobtotal + LnPFMM + LnGINI + \varepsilon \quad (3-4)$$

$$3. \quad LnPCB_t = \alpha + \beta_1 LNPIBpc_t + \beta_2 LnPIBpc_t^2 + LnHaCoca + LnIED + LnPobtotal + LnPFMM + LnPobDes + \varepsilon \quad (3-5)$$

$$4. \quad LnPCB_t = \alpha + \beta_1 LNPIBpc_t + \beta_2 LnPIBpc_t^2 + LnHaCoca + LnIED + LnPFMM + LnGINI + LnPobDes + \varepsilon \quad (3-6)$$

$$5. \quad LnPCB_t = \alpha + \beta_1 LNPIBpc_t + \beta_2 LnPIBpc_t^2 + LnHaCoca + LnIED + LnPFMM + LnGINI + LnGI + LnPobDes + \varepsilon \quad (3-7)$$

$$6. \quad LnPCB_t = \alpha + \beta_1 LNPIBpc_t + \beta_2 LnPIBpc_t^2 + LnHaCoca + LnIED + LnPFMM + LnGI + LnArea + LnInven + \varepsilon \quad (3-8)$$

Las regresiones realizadas a través del software de R-Studio arrojan resultados que soportan la hipótesis de la CAK cuando se incluyen diferentes variables que ayudan a explicar la pérdida de cobertura boscosa. Cuando se maneja un modelo que contempla únicamente el crecimiento económico, este no resulta significativo para explicar la variable dependiente. En la Ilustración 3-1 se puede apreciar el resumen de los resultados de los 6 modelos econométricos corridos utilizando datos anuales para un periodo comprendido entre 2006 y 2018.

Ilustración 3-1: Resultados modelación

	Dependent variable:					
	(1)	(2)	(3)	LnPCB	(5)	(6)
LnPIBpc	-223.765 (215.021)	572.103* (241.203)	550.780** (251.957)	413.286 (218.821)	133.410 (240.420)	-806.895 (700.893)
LnPIBpc2	12.728 (12.199)	-33.200* (13.758)	-31.895* (14.419)	-23.957 (12.489)	-8.382 (13.577)	44.792 (39.631)
LnHaCoca		0.634** (0.200)	0.603** (0.207)	0.563** (0.175)	0.892** (0.235)	0.508 (0.321)
LnIED		0.613* (0.267)	0.601* (0.264)	0.762** (0.244)	1.119** (0.285)	1.252** (0.402)
LnPobtotal		15.491** (5.950)	8.869 (12.448)			
LnPFMM		6.215* (2.649)	5.474* (2.506)	6.629** (2.243)	9.893** (2.614)	7.671** (2.449)
LnGINI		2.522 (4.856)		8.275 (4.918)	12.450* (4.719)	
LnGI					2.204 (1.233)	3.784* (1.397)
LnPobDes			-0.165 (0.346)	-0.570** (0.167)	-0.462** (0.152)	
LnArea						0.754 (0.430)
LnInven						3.967* (1.630)
Constant	995.639 (947.345)	-2,829.428** (1,058.707)	-2,613.909* (1,184.355)	-1,870.837 (980.502)	-678.582 (1,055.079)	3,416.765 (3,071.973)
Observations	13	13	13	13	13	13
R2	0.131	0.916	0.915	0.940	0.967	0.946
Adjusted R2	-0.042	0.798	0.796	0.857	0.900	0.837
Residual Std. Error	0.329 (df = 10)	0.145 (df = 5)	0.145 (df = 5)	0.122 (df = 5)	0.102 (df = 4)	0.130 (df = 4)
F Statistic	0.756 (df = 2; 10)	7.768** (df = 7; 5)	7.703** (df = 7; 5)	11.254*** (df = 7; 5)	14.568** (df = 8; 4)	8.676** (df = 8; 4)

Note: **p<0.1; ***p<0.05; ****p<0.01

Fuente: Elaboración propia utilizando el paquete estadístico stargazer del software R-Studio.

Teniendo en cuenta los diferentes R^2 ajustados que arrojan las regresiones se encuentra que los modelos tienen cierta capacidad explicativa al tomar valores entre el 70% y el 90%. Se presenta el caso particular del R^2 ajustado del modelo (1), el cual tiene únicamente asociadas las variables del PIBpc como independientes y arroja un resultado negativo. Éste, que representa la forma reducida de la hipótesis de la CAK, no presenta significancia global ni individual y tampoco comparte los signos esperados de acuerdo a los

planteamientos de la hipótesis. En este sentido, se concluye que el crecimiento económico per se no explica el deterioro ambiental observable a través de la pérdida de cobertura boscosa.

Pese a que el modelo (5) cuenta con un R^2 ajustado de 0.9 y significancia global e individual para algunas de sus variables, presenta problemas de heteroscedasticidad y multicolinealidad, por lo que se descarta que sea el mejor modelo. Una vez realizadas las pruebas estadísticas se encuentra que los mejores resultados corresponden a los modelos (2) y (3). Ambos comparten la mayoría de las variables explicativas y obtienen un R^2 similar. Asimismo, concuerdan con los signos esperados de la hipótesis de la CAK.

En ambos modelos las hectáreas con coca, la producción forestal maderable de rollos de madera y la IED tienen una relación positiva y presentan estimadores significativos. En el primer caso, se entiende que una mayor área sembrada con coca explica la pérdida de cobertura boscosa, pues estos cultivos de uso ilícito están asociados a la deforestación. En el caso de la producción maderable, se trata principalmente de aprovechamientos forestales únicos para los cuales la cobertura boscosa se remueve. Frente a la IED no hay suficiente información para determinar por qué razones afecta de forma positiva la PCB. Es posible que la relación se explique debido a la IED en el sector petrolero, el cual registra la mayor cantidad de inversión, que influye en la deforestación a través de la construcción de vías e infraestructura necesaria para el sector. Asimismo, este resultado es indicativo del impacto que pueden tener capitales extranjeros en el fenómeno de la deforestación; cuando estos no están centrados en sectores favorables para la conservación y tecnologías limpias el impacto es negativo y puede contribuir en la degradación ambiental.

Si bien la población total registra la relación esperada en los modelos (2) y (3), únicamente en el modelo (2) es significativa, lo cual puede deberse a la especificación del modelo. Situación similar ocurre en el caso de GINI, donde únicamente resulta significativo en el modelo (5). En el caso de la población desplazada, que resulta significativa en los modelos (4) y (5), es de destacar el signo registrado de los estimadores. La variable proxy de conflicto armado con un estimador negativo indica que a mayor población desplazada menor es la PCB. Lo anterior puede ser indicativo de poca capacidad institucional, toda vez que parece ser que la presencia de actores armados en los territorios ayuda a evitar la deforestación.

En el modelo (6) se incluyen las variables del área sembrada con cultivos y el inventario de bovinos como variables proxy de las ramas de la agricultura y la ganadería, ambas obtienen una relación positiva pero solo la relacionada a la ganadería es significativa. En este modelo también se encuentra la variable del índice de gobierno que resulta positiva y significativa. Contrario a lo esperado las variables del PIBpc no presentan los signos planteados por la CAK y la variable de hectáreas con coca no resulta significativa. El modelo, pese a tener un R^2 ajustado alto, presenta problemas de multicolinealidad y homocedasticidad.

4. Discusión

Aunque algunos resultados muestran la relación esperada planteada por la hipótesis de la CAK acorde con la revisión de literatura, como es el caso de la población total y el área sembrada con coca, esto no siempre ocurre con las variables asociadas al PIB. La hipótesis de la CAK para deforestación en Colombia no es concluyente y no parece ser aplicable al caso del país. Esto partiendo de que es un país que se caracteriza por su exportación de materias primas y que no ha presentado una fase concreta de industrialización de la cual se pueda continuar a una tercerización de la economía con una mejoría en sus indicadores ambientales. Además, se encuentran los problemas de multicolinealidad y heterocedasticidad que se evidenciaron en las regresiones y otros que se pudiesen presentar en las estimaciones econométricas de la hipótesis, como el sesgo por variables omitidas y la no representatividad de la media (Mendoza Mikel, 2015).

En el caso de la deforestación en Colombia, se presentan variables que no se encuentran reflejadas en el PIB, pero que influyen como motores y causales de la pérdida de cobertura boscosa. Los incendios forestales y la economía ilícita con la tala ilegal y los cultivos de uso ilícito son determinantes importantes de la deforestación en el país, que, al no verse reflejadas en las variables de crecimiento económico, son dinámicas que no se encuentran contempladas dentro de la hipótesis de la CAK. En este sentido, relacionar el crecimiento económico con un mayor deterioro ambiental puede resultar sesgado cuando no todos los motores de la deforestación se encuentran incluidos en el análisis.

Más que determinar que el crecimiento económico explica y soluciona el deterioro ambiental asociado a la deforestación, la indagación en la hipótesis permite analizar las causas asociadas a la problemática, entendiendo que estas guardan una relación con el crecimiento económico, no de forma generalizada sino particular con ciertos sectores, de

forma tal que las ramas de la economía presentan efectos diversos sobre la deforestación, ya sean éstos positivos o negativos.

El sector primario es el mayor motor de la deforestación, particularmente, el sector agropecuario, con las ramas de la agricultura, ganadería y silvicultura. Las dos primeras debido al cambio de cobertura del suelo, ya sea hacia monocultivos, cultivos tradicionales o pastos para la tenencia de ganado, y la última por el aprovechamiento de los bosques. Frente a la silvicultura, mientras los aprovechamientos forestales de productos maderables pueden influir en el aumento de deforestación a través de la remoción de la cobertura boscosa, los aprovechamientos de no maderables se presentan como una oportunidad para disminuir la deforestación e incentivar la reforestación, sin mencionar que es en la producción de no maderables donde se encuentran elevados niveles de importación, al no satisfacer la demanda local con la producción nacional. En este sentido, en el mismo sector agropecuario se destacan tanto motores de deforestación como potencialidades que puedan contribuir a disminuir dicho deterioro ambiental.

Pese a las potencialidades del sector forestal y las plantaciones forestales comerciales en Colombia, los altos niveles de deforestación que se presentan pueden estar más relacionados con políticas públicas que fallan en direccionar la economía hacia el aprovechamiento sostenible del territorio, pues se sigue primando la expansión de la frontera agropecuaria, frente a alternativas como las plantaciones agroforestales sostenibles, que no deben confundirse con el aprovechamiento productivo de áreas de bosque natural protegidas. Contrario a las dinámicas de deforestación que se derivan de la propensión de beneficios económicos, las plantaciones forestales ofrecen oportunidades económicas en las demandas locales y beneficios ambientales.

Frente al largo plazo, los planteamientos de la hipótesis (en un sentido amplio y sin limitarse al crecimiento económico per se o a un crecimiento enmarcado en la industrialización) pueden resultar válidos en el sentido en que efectivamente el crecimiento económico contribuya a disminuir la deforestación en el país. Esto toda vez que se logre un direccionamiento de su estructura productiva hacia sectores con potenciales usos sostenibles del recurso forestal como pueda ser el turismo, realizando un salto que no necesariamente implique un recorrido previo a través de la industrialización. Sin embargo, esto no sucedería como un proceso automático y requeriría la implementación de políticas

en materia de protección ambiental, como se menciona en la literatura revisada. Es a través del redireccionamiento de las actividades productivas y la protección y adecuado manejo de los recursos forestales que se puede lograr la disminución de la deforestación en el país, con rigurosidad en la protección de áreas con ecosistemas estratégicos, con incentivos a la reforestación y con medidas para hacer frente a la ilegalidad.

Adicionalmente, si bien en las causales de la deforestación se incluyen los incendios forestales que no se derivan de actividades antrópicas o cambios intencionales en el uso del suelo con propósito del crecimiento económico y, por ende, tampoco se ven reflejados en la variable proxy de crecimiento económico, sí es de esperarse que, a través del crecimiento económico, un aumento de los ingresos y su justa distribución, así como un fortalecimiento de la capacidad institucional, se pueda lograr una mejor gestión del riesgo en materia de incendios forestales y disminuir la pérdida de cobertura boscosa.

Frente a otras variables socioeconómicas como indicadores de pobreza, desempleo, distribución de ingreso y variables políticas como los índices de democracia, gobierno y percepción de corrupción, los resultados de la modelación econométrica no muestran resultados significativos. Esto no necesariamente significa que dichos indicadores no tienen relación con el deterioro ambiental. La diferencia con lo encontrado en la literatura puede radicar en el uso del indicador ambiental, pero aspectos como la percepción de la población frente al ambiente, facilitando que se dé a través de la educación y la satisfacción de necesidades básicas y la capacidad institucional, reflejada en la regulación para el uso sostenible de los recursos naturales, son igualmente relevantes a la hora de reducir la deforestación en el país.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

En conclusión, el deterioro ambiental asociado a la deforestación en Colombia encuentra su relación con el crecimiento económico a través de ramas específicas como la agricultura, ganadería, silvicultura, minería e hidrocarburos, y se manifiesta principalmente de dos formas: 1) deforestación por aprovechamiento directo de los recursos forestales para el desarrollo de actividades productivas, especialmente de la madera; y 2) deforestación por cambios en el uso del suelo para el desarrollo de actividades económicas que no hacen uso directo de los recursos forestales, ni maderables ni no maderables.

Ahora bien, el análisis cualitativo evidencia que la relación entre deforestación y crecimiento económico puede variar ampliamente dependiendo del sector, ya que existen sectores cuyo crecimiento puede reducir la deforestación, siempre y cuando se desarrollen bajo prácticas sostenibles. El mismo sector forestal corresponde a una rama económica que presenta potencial para contribuir a disminuir el deterioro ambiental a través del uso sostenible de los recursos forestales, el aprovechamiento del potencial en materia de plantaciones forestales comerciales, la regulación y fortalecimiento institucional frente a la protección de bosques y la producción de productos forestales no maderables, de tal manera que se supla una mayor demanda local y disminuyan los niveles de importación de estos productos.

En este sentido, pese a que existe la posibilidad que el crecimiento económico incentive la reforestación y contribuya a disminuir el deterioro ambiental, esto no se daría como resultado tácito del crecimiento económico, sino que tiene que estar acompañado de un direccionamiento consciente de la economía hacia sectores que no demanden cambios de cobertura en el suelo y no representen motores de deforestación.

Por otro lado, el análisis cuantitativo evidencia que no existe una relación concluyente entre el crecimiento económico y la deforestación, de tal manera que la CAK no es aplicable de forma generalizada a la deforestación en Colombia. Se evidencia que existen otras variables que pueden explicar mejor la deforestación que el crecimiento económico y que estos motores de la deforestación no necesariamente guardan correlación con el crecimiento económico. Tanto la tala ilegal como los cultivos de uso ilícito hacen parte de los motores de deforestación en el país y se encuentran al margen del crecimiento económico.

Asimismo, las dinámicas del conflicto armado, el control territorial y la reconfiguración de actores armados al margen de la ley, particularmente tras la firma del Acuerdo de Paz entre las FARC-EP y el Gobierno Nacional, presentan influencia sobre la deforestación a través de la determinación del uso de la tierra, ya sea productivo o de conservación, y se entretije con un factor institucional en el cual no bastarían políticas que incentiven la reforestación, la conservación o el aprovechamiento sostenible, cuando existen vacíos de poder del Estado en su territorio.

En este sentido, la hipótesis de la CAK con indicadores de deforestación no resulta un instrumento teórico que sea recomendable implementar para la toma de decisiones frente al devenir de los recursos naturales, particularmente el forestal en contextos como el colombiano, no solamente por las condiciones socioeconómicas del país que involucran dinámicas extractivas, conflicto armado e ilegalidad, sino también porque aborda indicadores ambientales que pueden ser considerados de stock, y que si bien muestran una degradación ambiental, ésta se traduce en otros indicadores que reflejan la erosión del suelo, la pérdida de la biodiversidad y la disminución de la calidad del aire, y que son de hecho, más comúnmente analizados cuando se estudia esta hipótesis.

En general, lo que evidencia tanto el análisis cualitativo como el cuantitativo, es que el problema de la deforestación en Colombia es complejo, multifactorial y no puede ser entendido únicamente a partir del cambio de la actividad económica nacional, siendo un asunto más relacionado con la calidad del crecimiento económico que con su escala.

5.2 Recomendaciones

Las políticas públicas no pueden esperar que el crecimiento económico sea una solución automática para los problemas de deforestación que tiene el país, sino que se requiere modificar la estructura del aparato productivo nacional, incentivando el desarrollo de actividades cuyo crecimiento promueva el aprovechamiento sostenible de los bosques y desincentivando aquellas que producen deforestación, como el narcotráfico, la actividad pecuaria y la extracción de recursos naturales no renovables.

Adicionalmente, para que el crecimiento económico eventualmente aporte en la disminución del deterioro ambiental reflejado en la deforestación, es imperativo que se fortalezcan la institucionalidad y las medidas de protección del recurso, máxime cuando se trata de uno sumamente importante en consideración de las problemáticas actuales como el fenómeno del calentamiento global, su importancia ecosistémica y los servicios que presta. En este sentido políticas dirigidas a la protección, conservación y restauración de los bosques se deben priorizar y potenciar, pues las medidas e incentivos que se han implementado hasta el momento, tales como los CIF, IRC y el sistema para la trazabilidad de productos forestales que busca disminuir la ilegalidad, no han demostrado ser suficientes para disminuir de manera contundente la deforestación en el país.

Asimismo, reconociendo que la deforestación tiene multiplicidad de factores tanto económicos como sociales y políticos, e impactos variados, particularmente a nivel ambiental con la pérdida de biodiversidad y debilitamiento de la capacidad de resiliencia frente al cambio climático, es recomendable una articulación que fortalezca las sinergias entre distintas ramas y sectores. Sería particularmente importante la articulación entre los Ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Agricultura y Desarrollo Rural para que las políticas a implementar para hacer frente al fenómeno, ya sea a través de la protección de las áreas de bosque existentes o la reforestación con fines comerciales, no se entorpezca, sino que propenda por potenciar el impacto y obtener mejores resultados.

Ahora bien, un análisis más amplio frente a la relación entre crecimiento económico y deforestación en el país podría lograrse a través de la investigación a un nivel departamental o municipal. Los resultados obtenidos a nivel nacional no permiten una claridad de las dinámicas en determinados territorios donde se primen actividades

económicas o dinámicas sociales particulares, incluyendo la reconfiguración de actores armados, que tengan efectos directos sobre la dinámica de deforestación. Entender las relaciones a nivel local permitiría buscar soluciones y brindar información para la toma de decisiones de manera más específica y clara teniendo en cuenta contextos y potencialidades concretas.

A. Código R

El código utilizado en el software de R-Studio puede ser observado siguiendo el siguiente enlace a Google drive:

https://drive.google.com/drive/folders/10U1YoS-TZR_F0qDg2M20f3-HmR-db028?usp=sharing

Bibliografía

Allard, A., Takman, J., Uddin, G. S., & Ahmed, A. (2018). The N-shaped environmental Kuznets curve: An empirical evaluation using a panel quantile regression approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(6), 5848-5861. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0907-0>

Arbelaez, C. G. (2013). *La deforestación en Colombia: ¿un camino sin salida?* 47.

Banco de la República de Colombia. (2021). *Estadísticas—Banco de la República*. <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/inversion-directa>

Banco Mundial. (1992). *Informe sobre el desarrollo mundial 1992: Desarrollo y medio ambiente*. Banco Mundial.

Banco Mundial. (2021). *Base de datos del Banco Mundial*.

Bimonte, S. (2002). Information access, income distribution, and the Environmental Kuznets Curve. *Ecological Economics*, 41(1), 145-156. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00022-8](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00022-8)

Blanco, J. (2020). *Caracterización de las 30 especies forestales maderables más movilizadas en Colombia provenientes del bosque natural*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Unión Europea. <https://nacionesunidas.org.co/Publicaciones-FAO/Forester%C3%ADa-Comunitaria/Cat%C3%A1logo%20de%20maderas%20de%20Colombia.pdf>

Buitenzorgy, M., & Mol, A. P. J. (2011). Does Democracy Lead to a Better Environment? Deforestation and the Democratic Transition Peak. *Environmental and Resource Economics*, 48, 59-70.

CAR. (s. f.). *Permiso para el aprovechamiento forestal de bosques naturales únicos, persistentes y domésticos* | CAR. Recuperado 27 de enero de 2022, de <https://www.car.gov.co/vercontenido/1176>

Carvajal, L. (2016). El modelo extractivista en América Latina. En *Extractivismo en América Latina. Impacto en la vida de las mujeres y propuestas de defensa del territorio* (pp. 8-30).

- Catalán, H. (2014). Curva ambiental de Kuznets: Implicaciones para un crecimiento sustentable. *Economía Informa*, 389, 19-37. [https://doi.org/10.1016/S0185-0849\(14\)72172-3](https://doi.org/10.1016/S0185-0849(14)72172-3)
- Cole, M. A., Rayner, A. J., & Bates, J. M. (1997). The environmental Kuznets curve: An empirical analysis. *Environment and Development Economics*, 2(4), 401-416. <https://doi.org/10.1017/S1355770X97000211>
- Correa Restrepo, F. J., Ramírez, A. F. V., & Montoya, C. P. (2005). La curva medioambiental de Kuznets: Evidencia empírica para Colombia. *Revista Semestre Económico*. <https://ideas.repec.org/a/col/000217/005595.html>
- DANE. (2021). *Estadísticas por tema—Cuentas nacionales del Departamento Administrativo Nacional de Estadística*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema>
- DNP. (2021). *Terridata—Bases de datos descargables*. <https://terridata.dnp.gov.co/index-app.html#/descargas>
- Esmaeili, A., & Nasrnia, F. (2014). Deforestation and the Environmental Kuznets Curve in Iran. *Small-Scale Forestry*, 13(3), 397-406. <https://doi.org/10.1007/s11842-014-9261-y>
- FAO. (2020). *El estado de los bosques del mundo 2020*. FAO and UNEP. <https://doi.org/10.4060/ca8642es>
- Fedegan. (2021). *Estadísticas—Inventario ganadero bobinos y bufalinos*. <https://www.fedegan.org.co/estadisticas/inventario-ganadero>
- Gapminder. (2021). *_EIU-Democracy Indices—Dataset—V4*. Google Docs. https://docs.google.com/spreadsheets/d/1d0noZrWAWxNBTDSfDgG06_aLGWUz4R6fgDhRaUZbDzE/edit?usp=sharing&usp=embed_facebook
- García, H. (2013). Deforestación en Colombia: Retos y perspectivas. En F. Dane & Konrad-Adenauer-Stiftung (Eds.), *El desafío del desarrollo sustentable en América Latina* (pp. 123-142). KAS.
- Goenaga Nelly. (2017). *Colombia: Se fueron las FARC y aumenta la deforestación | DW | 26.07.2017*. DW.COM. <https://www.dw.com/es/colombia-sefueron-las-farc-y-aumenta-la-deforestaci%C3%B3n/a-39833312>
- González, J., Cubillos, A., Chadid, M., Cubillos, A., Arias, M., Zuñiga, E., Joubert, F., Pérez, J., & Berrio, V. (2018). *Caracterización de las principales causas y agentes de la deforestación a nivel nacional período 2005-2015*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Programa ONU-REDD. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023780/Caracterizacion.pdf>

González, J., Etter, A., Sarmiento, A., Orrego, S., Ramírez, C., Cabrera, E., Vargas, D., Galindo, G., Garcia, M., & Ordoñez, M. (2011). *Análisis de tendencias y patrones espaciales de deforestación en Colombia* (p. 66). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM.

Grossman, G., & Krueger, A. (1991). *Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement* (N.º w3914; p. w3914). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w3914>

Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1995). Economic Growth and the Environment. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(2), 353-377. <https://doi.org/10.2307/2118443>

Heerink, N., Mulatu, A., & Bulte, E. (2001). Income inequality and the environment: Aggregation bias in environmental Kuznets curves. *Ecological Economics*, 38(3), 359-367. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(01\)00171-9](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(01)00171-9)

IDEAM. (2021). *Indicadores temáticas ambientales*. <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/tematicas-ambientales>

IDEAM, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, & et al. (2017). *Presentación del mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia—MEC. Actualización a 2017*. http://www.siac.gov.co/documents/670372/57805696/PRESENTACION+MAPA+ECOSIS+TEMAS+FINAL+07-11-2017_Usuarios+IDEAM.pdf/495334d0-7447-435e-b1d7-9d0c2c68ade2

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. (2018). *IDEAM presentó los datos actualizados del monitoreo a la deforestación en 2017—NOTICIAS - IDEAM*. http://www.ideam.gov.co/web/sala-de-prensa/noticias/-/asset_publisher/LdWW0ECY1uxz/content/id/72115815?_101_INSTANCE_LdWW0ECY1uxz_urlTitle=ideam-presento-los-datos-actualizados-del-monitoreo-a-la-deforestacion-en-2017

Joshi, P., & Beck, K. (2017). Environmental Kuznets curve for deforestation: Evidence using GMM estimation for OECD and non-OECD regions. *IForest - Biogeosciences and Forestry*, 10(1), 196-203. <https://doi.org/10.3832/ifer2066-009>

Kuznets, S. (1955). Economic growth and income inequality. *The American Economic Review*, 45(1), 1-28.

Malthus, T. (1798). *An Essay on the Principle of Population*. 134.

Maneejuk, N., Ratchakom, S., Maneejuk, P., & Yamaka, W. (2020). Does the Environmental Kuznets Curve Exist? An International Study. *Sustainability*, 12, 22.

Martínez, J. (1998). *Curso de Economía Ecológica. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Oficina Regional para América Latina y el Caribe.*

Martínez-Jiménez, D.-A., Salcedo-Muñoz, V., Vega, C., & Varela-Veliz, G. (2017). *CRECIMIENTO ECONÓMICO Y MEDIO AMBIENTE EN SUDAMÉRICA: ¿EXISTE LA CURVA AMBIENTAL DE KUZNETS EN LA REGIÓN?* 13.

Meadows, D. H., & Club of Rome (Eds.). (1972). *The Limits to growth: A report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind.* Universe Books.

Mendoza Mikel, E. (2015). *La Curva Medioambiental de Kuznets: ¿Un modelo fiable sobre la degradación ambiental?* Universidad de la Rioja.

Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and their services. Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment.*

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2019, febrero 15). *Consejo Nacional de la Cadena Forestal Productiva.* <https://fedemaderas.org.co/wp-content/uploads/2012/04/20190215-PPT-OP-CADENA-FORESTAL-final-AJUSTES-CONSEJO.pdf>

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2021a). *Datos abiertos—Evaluaciones Agropecuarias Municipales.* <https://www.datos.gov.co/Agricultura-y-Desarrollo-Rural/Evaluaciones-Agropecuarias-Municipales-EVA/2pnw-mmge/data>

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2021b). *Boletín Estadístico Forestal.* https://fedemaderas.org.co/wp-content/uploads/2019/07/BOLETIN_FORESTAL_MARZO_WEB.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). *Avances Estrategia Integral de Control de la Deforestación y Gestión de Bosques Bosques Territorio de Vida.* <http://www.ideam.gov.co/documents/24277/72115631/Avances+EICD+GB+BTV+13+06+2019+c.pdf/e10f1b5d-3c24-4aa0-9136-9ced1bf3293b>

Murshed, M. (2020). Revisiting the deforestation-induced EKC hypothesis: The role of democracy in Bangladesh. *GeoJournal.* <https://doi.org/10.1007/s10708-020-10234-z>

Nepal, Korhonen, Prestemon, & Cabbage. (2019). Projecting Global and Regional Forest Area under the Shared Socioeconomic Pathways Using an Updated Environmental Kuznets Curve Model. *Forests, 10*(5), 387. <https://doi.org/10.3390/f10050387>

Observatorio de Drogas de Colombia. (2021). *Estadísticas nacionales—Serie de cultivos de coca.* <https://www.minjusticia.gov.co/programas-co/ODC/Paginas/SIDCO-estadisticas-nacionales.aspx>

Panayotou, T. (1993). Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development. *International Labour Organization. World Employment Programme Research Working Paper WEP 2-22/WP. 238.*

Panayotou, T. (1997). Demystifying the environmental Kuznets curve: Turning a black box into a policy tool. *Environment and Development Economics*, 2(4), 465-484.
<https://doi.org/10.1017/S1355770X97000259>

Pinzón, D., & González, C. (2018). *CURVA DE KUZNETS AMBIENTAL: EVIDENCIA EMPÍRICA PARA COLOMBIA 1971 – 2014.* 35.

Policía Nacional. (2020). *Modificación del Plan de Manejo Ambiental para el Programa de Erradicación de Cultivos Ilícitos Mediante Aspersión Aérea.* Policía Nacional - Dirección de Antinarcóticos.

PROFOR. (2017). *Situación actual y potenciales de fomento de plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia.*

https://www.profor.info/sites/profor.info/files/Informe%20Final%20-%20Plantaciones%20Comerciales%20en%20Colombia_1.pdf

Rivera Reyes, D. Y. R. (2020). *Estimación de las relaciones de la curva ambiental de Kuznets para Colombia.* 40.

Roa Castañeda, J. J., Núñez Dueñas, J., & Kolumbien (Eds.). (2014). *Coca: Deforestación, contaminación y pobreza: acercamiento a la actividad agronómica y la problemática ambiental de los cultivos de coca en Colombia.* Policía Nacional, Dirección de Antinarcóticos.

Sánchez-Torres, R. M. (2017). DESIGUALDAD DEL INGRESO EN COLOMBIA: UN ESTUDIO POR DEPARTAMENTOS. *Cuadernos de Economía*, 36, 139-178.

Saravia Lopez, A. (2005). Evidencias de la relación medio ambiente-economía en el caso latinoamericano. En *La economía mundial y América Latina: Tendencias, problemas y desafíos* (1. ed, pp. 259-280). CLACSO.

Selden, T. M., & Song, D. (1994). Environmental Quality and Development: Is There a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions? *Journal of Environmental Economics and Management*, 27(2), 147-162. <https://doi.org/10.1006/jeem.1994.1031>

Serrano, M. (2018, enero 23). *Pese al crecimiento económico, Colombia sigue siendo uno de los países más inequitativos del mundo.*

<https://unperiodico.unal.edu.co/pages/detail/pese-al-crecimiento-economico-colombia-sigue-siendo-uno-de-los-paises-mas-inequitativos-del-mundo/>

- Shafik, N. (1994). Economic Development and Environmental Quality: An Econometric Analysis. *Oxford Economic Papers*, 46(Supplement_1), 757-773. https://doi.org/10.1093/oep/46.Supplement_1.757
- Silvia-Colmenares, J. (2014). *El informe Stiglitz-Sen-Fitoussi y la necesaria distinción entre crecimiento y desarrollo. Controversia actual sobre teoría y políticas económicas*.
- SIPRA. (2021). *Estadísticas*. <https://sipra.upra.gov.co/>
- Sistema de Información de Gestión y Desempeño de Organizaciones de Cadenas*. (2021). <https://sioc.minagricultura.gov.co/Forestal/Pages/default.aspx>
- Sterpu, M., Soava, G., & Mehedintu, A. (2018). Impact of Economic Growth and Energy Consumption on Greenhouse Gas Emissions: Testing Environmental Curves Hypotheses on EU Countries. *Sustainability*, 10(9), 3327. <https://doi.org/10.3390/su10093327>
- Tiempo, C. E. E. (2019, marzo 7). *El 24 % de la deforestación en Colombia, asociada a cultivos de coca*. El Tiempo. <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/el-24-de-la-deforestacion-en-colombia-esta-asociada-a-cultivos-de-coca-335172>
- Trujillo, J. C. T., Bermúdez, B. C., Vizcaíno, C. A. C., & Pinedo, W. J. I. (2013). The ENVIRONMENTAL KUZNETS CURVE (EKC): AN ANALYSIS LANDFILLED SOLID WASTE IN COLOMBIA. *Rev.Fac.Cienc.Econ*, XXI(2), 7-16.
- Tsiantikoudis, Zafeiriou, Kyriakopoulos, & Arabatzis. (2019). Revising the Environmental Kuznets Curve for Deforestation: An Empirical Study for Bulgaria. *Sustainability*, 11(16), 4364. <https://doi.org/10.3390/su11164364>
- UPRA. (2018). *Linemaientos de política: Plantaciones forestales con fines comerciales para la obtención de madera y su cadena productiva*. <https://www.upra.gov.co/documents/10184/13821/PLANTACIONES+FORESTALES+CON+FINES+COMERCIALES+PARA+LA+OBTENCI%C3%93N+DE+MADERA+Y+SU+CADENA+PRODUCTIVA/051c6fbc-ae53-4bf6-8e45-a0d64939c391?version=1.1>
- Vázquez, M. R. D. (2007). *ESTUDIO EMPÍRICO DE LAS CAUSAS SUBYACENTES EN LA HIPÓTESIS DE LA CURVA DE KUZNETS AMBIENTAL: INFLUENCIA DE FACTORES EXÓGENOS Y ANÁLISIS DE DESCOMPOSICIÓN*. 576.
- Velandia, O. (s. f.). *Productos forestales no maderables, alternativa de conservación de nuestros bosques*. Recuperado 17 de enero de 2022, de <http://www.humboldt.org.co/es/actualidad/item/1455-productos-forestales-no-maderables-alternativa-de-conservacion-de-nuestros-bosques>
- Velásquez, R. (2017). 1,5 millones de hectáreas perdieron ecosistemas colombianos. *El Colombiano*.

