

EL VALOR INVISIBLE: CAPITAL NATURAL Y VALORACIÓN ECONÓMICA

Jordy Samir Mesa Toro

Maestría en ciencias económicas

EL VALOR INVISIBLE: CAPITAL NATURAL Y VALORACIÓN ECONÓMICA

Resumen

El presente artículo tiene como objetivo abordar el concepto de capital natural y su respectiva valoración económica en la región de Puerto López y Puerto Gaitán en el departamento del Meta, la cual representa una de las zonas con mayor riqueza ecológica y ecosistémica de Colombia. A pesar del alto valor ambiental que tiene Colombia gran parte de sus activos naturales no han sido valorados e incorporados en las decisiones económicas, lo que ha limitado el desarrollo de estrategias sostenibles y mecanismos financieros innovadores. Esta investigación tiene su eje central en la valoración económica del capital natural en cierta parte de la región, exactamente, en las plantaciones de caucho, integrando marcos teóricos contemporáneos, como lo son la economía ecológica, la teoría de Bienes Comunes y el marco de contabilidad Ambiental y Económica (SEEA). Con metodologías de valoración ambiental robustas, tales como el Valor económico total (VET), y el análisis de servicios ecosistémicos.

Abstract

This article aims to address the concept of natural capital and its economic valuation in the region of Puerto López and Puerto Gaitán in the department of Meta, which represents one of the areas with the greatest ecological and ecosystemic wealth in Colombia. Despite Colombia's high environmental value, much of its natural assets have not been valued and incorporated into economic decisions, which has limited the development of sustainable strategies and innovative financial mechanisms. This research focuses on the economic

valuation of natural capital in a specific part of the región, integrating contemporary theoretical frameworks such as ecological economics, the theory of common goods, and the System of Environmental-Economic Accounting (SEEA). It uses robust environmental valuation methodologies, such as Total Economic Value (TEV) and ecosystem services analysis.

Palabras clave: Capital natural, valoración económica, servicios ecosistémicos, desarrollo sostenible, Orinoquía, Puerto López, Puerto Gaitán, bonos verdes, contabilidad ambiental.

1.1 Introducción

El capital natural constituye el conjunto de activos ambientales que sustentan la actividad económica y el bienestar de las sociedades. Bosques, suelos, cuerpos de agua, biodiversidad y ecosistemas proporcionan bienes y servicios indispensables para la producción agropecuaria, la regulación climática, el almacenamiento de carbono, la provisión de agua, la conservación de la biodiversidad y múltiples procesos ecológicos que permiten el funcionamiento de las economías. Sin embargo, estos activos han sido históricamente considerados bienes gratuitos o recursos inagotables, lo que ha provocado que gran parte de su contribución permanezca excluida de los sistemas tradicionales de medición económica.

Durante las últimas décadas, organismos internacionales como las Naciones Unidas, el Banco Mundial y el Foro Económico Mundial han promovido la incorporación del capital natural dentro de los procesos de planeación económica mediante herramientas como el Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (SEEA), reconociendo que el crecimiento económico depende de la conservación de los ecosistemas. Desde esta perspectiva, la riqueza de un país no puede limitarse al capital financiero, físico o humano, sino que debe incluir los activos

naturales que sostienen la productividad y garantizan la provisión de servicios ecosistémicos a largo plazo.

En Colombia, la relevancia del capital natural es particularmente significativa debido a su condición de país megadiverso. Aproximadamente la mitad del territorio nacional conserva ecosistemas naturales que soportan actividades agrícolas, forestales, energéticas y turísticas, además de cumplir funciones esenciales en la regulación hídrica, la captura de carbono y la conservación de la biodiversidad. No obstante, gran parte de estos beneficios continúa sin incorporarse en las cuentas económicas ni en los procesos de evaluación de proyectos de inversión, lo que favorece decisiones que generan pérdida de cobertura vegetal, degradación del suelo y disminución de los servicios ecosistémicos.

Colombia es uno de los países con mayor biodiversidad del planeta, y su capital natural constituye un activo estratégico para la sostenibilidad. De acuerdo con el Foro Económico Mundial (2024), más del 50 % del PIB global depende directamente de la naturaleza y sus servicios ecosistémicos, lo que demuestra la importancia de reconocer el valor económico. En este contexto, valorar económicamente el capital natural se convierte en un imperativo estratégico para integrar la conservación ambiental dentro de los procesos de planificación económica regional y nacional.

La región de la Orinoquía representa uno de los territorios estratégicos para comprender esta problemática. En particular, los municipios de Puerto López y Puerto Gaitán, en el departamento del Meta, concentran extensas áreas de sabanas naturales, bosques de galería y sistemas productivos agroforestales que generan importantes beneficios ambientales. Estas funciones ecológicas coexisten con actividades productivas de gran relevancia económica, entre ellas las plantaciones de caucho (*Hevea brasiliensis*), las cuales constituyen una

alternativa de producción compatible con procesos de restauración ecológica, captura de carbono y recuperación de suelos degradados cuando son manejadas bajo criterios de sostenibilidad.

A pesar de este potencial, las decisiones de inversión relacionadas con el establecimiento y manejo de plantaciones forestales continúan fundamentándose principalmente en variables financieras tradicionales, tales como costos de producción, rendimiento por hectárea y precios internacionales del caucho. Los beneficios ambientales derivados de estos sistemas productivos —como la captura de carbono, la regulación hídrica, la protección del suelo y la conservación de la biodiversidad— rara vez son cuantificados en términos monetarios, lo que conduce a una subvaloración del verdadero aporte económico del capital natural.

1.2 Planteamiento del problema

La economía convencional ha utilizado históricamente indicadores como el Producto Interno Bruto (PIB), la rentabilidad financiera y la productividad para evaluar el desempeño económico de los territorios. Aunque estas métricas permiten medir la generación de bienes y servicios comercializados, presentan limitaciones importantes al no considerar la depreciación del capital natural ni el valor económico de los servicios ecosistémicos.

Como resultado, gran parte de nuestro patrimonio ambiental sigue sin reflejarse en los sistemas de información económica. Al no contar con mecanismos adecuados para valorarlo, se vuelve difícil comparar distintas alternativas de uso del suelo, se limita el diseño de incentivos que promuevan la conservación, y tanto el Estado como el sector privado pierden capacidad para construir estrategias de desarrollo sostenible respaldadas en evidencia económica sólida.

En el caso de Puerto López y Puerto Gaitán, esta problemática adquiere especial relevancia debido a la expansión de actividades agropecuarias y forestales sobre un territorio de alta importancia ecológica. Las plantaciones de caucho representan un sistema productivo con potencial para generar beneficios económicos y ambientales de manera simultánea; sin embargo, dichos beneficios ambientales no suelen cuantificarse dentro de los análisis económicos tradicionales.

La ausencia de estimaciones económicas del capital natural asociado a estos sistemas limita la posibilidad de evaluar su contribución al desarrollo regional, restringe la incorporación de criterios ambientales en la formulación de políticas públicas y dificulta el acceso a instrumentos financieros relacionados con mercados de carbono, bonos verdes y mecanismos de pago por servicios ecosistémicos.

En este contexto, surge la necesidad de responder cómo los componentes del capital natural presentes en las plantaciones de caucho de Puerto López y Puerto Gaitán contribuyen al valor económico de los servicios ecosistémicos y cuáles son los factores que explican dicha valoración desde una perspectiva econométrica.

Lo que nos lleva a la pregunta ¿Cuáles son los factores ambientales y productivos que determinan el valor económico del capital natural asociado a las plantaciones de caucho ubicadas en los municipios de Puerto López y Puerto Gaitán?

2.1 Economía ecológica y capital natural

Ahora bien, los estudios sobre capital natural han tomado gran importancia dentro de la teoría económica debido a la necesidad de implementar los servicios ecosistémicos del planeta en los procesos de crecimiento y desarrollo. Si bien la economía neoclásica asumió que el capital

manufacturado y el progreso tecnológico podía sustituir indefinidamente los recursos naturales, dejando a estos como un papel secundario en la función de producción. Sin embargo, el aumento de la contaminación ambiental, la pérdida de biodiversidad y el cambio climático generó que se pensara que la naturaleza constituye una variable esencial para la economía, y que la contaminación genera costos sociales y económicos que no pueden ser ignorados (Pearce & Turner, 1990).

Frente a este panorama, cobra fuerza la economía ecológica, un enfoque que combina saberes de la economía, la ecología y las ciencias ambientales para entender cómo se relacionan los sistemas económicos con los ecosistemas que los sostienen. Mientras que la economía ambiental tradicional se enfoca sobre todo en corregir las fallas del mercado a través de instrumentos económicos, la economía ecológica va un paso más allá: reconoce que la actividad económica no ocurre en el vacío, sino que tiene consecuencias directas sobre el entorno natural y, a su vez, se ve condicionada por los límites que este impone al crecimiento económico (Daly, 1996).

Como ya lo hemos mencionado antes, uno de los principales exponentes de esta corriente es Herman Daly, quien argumenta que el crecimiento económico ilimitado resulta incompatible con un planeta cuyos recursos naturales poseen capacidad limitada de regeneración y asimilación. Desde esta perspectiva, el objetivo de la economía no consiste únicamente en maximizar la producción o el consumo, sino en garantizar que el desarrollo económico se mantenga dentro de los límites ecológicos que permiten preservar el bienestar de las generaciones presentes y futuras. Daly (1996) sostiene que la economía debe transitar desde un paradigma centrado exclusivamente en la acumulación de capital físico hacia uno que

reconozca el mantenimiento del capital natural como condición indispensable para la sostenibilidad.

El concepto de capital natural surge precisamente como respuesta a la necesidad de incorporar la naturaleza dentro del análisis económico. Aunque existen antecedentes en la economía clásica, fue durante las décadas de 1980 y 1990 cuando este concepto adquirió un desarrollo teórico más sólido. Pearce y Turner (1990) definieron el capital natural como el conjunto de recursos naturales y funciones ecológicas que proporcionan bienes y servicios indispensables para la actividad económica y el bienestar humano. Esta definición amplía la visión tradicional de los recursos naturales al reconocer que los ecosistemas no solo suministran materias primas, sino que también generan procesos ecológicos fundamentales para el funcionamiento de la sociedad.

Ahora bien, esta primera aproximación al capital natural resulta relevante porque marca un punto de quiebre frente a la visión económica convencional, en la cual los recursos naturales eran considerados simples insumos productivos, sin reconocer el valor de los procesos ecológicos que los sostienen. A mi parecer, entender el capital natural no solo como materia prima, sino como un conjunto de funciones ecológicas indispensables para el bienestar humano, permite ampliar el análisis económico hacia una perspectiva más sistémica, en la que la naturaleza deja de ser un elemento externo a la economía para convertirse en la base misma sobre la cual esta se sostiene. Con el paso del tiempo, esta idea fue tomando mayor fuerza dentro de la literatura económica, dando lugar a definiciones más precisas sobre la forma en que dicho capital genera beneficios económicos.

Como lo fue Costanza et al. (1997) consolidaron esta perspectiva al definir el capital natural como el stock de ecosistemas que produce un flujo continuo de bienes y servicios

ecosistémicos. Bajo esta concepción, los activos naturales poseen características similares a cualquier otra forma de capital: representan un patrimonio capaz de generar beneficios económicos a lo largo del tiempo. La diferencia fundamental radica en que dichos beneficios suelen carecer de precios de mercado, razón por la cual permanecen invisibles dentro de los sistemas tradicionales de contabilidad económica.

Ahora bien, la noción de capital natural implica reconocer que elementos como los bosques, los cuerpos de agua, los suelos fértiles, la biodiversidad y la atmósfera constituyen activos económicos cuya conservación determina la capacidad productiva futura de un territorio. En consecuencia, considero que la degradación ambiental puede interpretarse como una forma de depreciación del capital, de manera similar al deterioro que sufre la infraestructura física o el capital manufacturado cuando no recibe el mantenimiento adecuado. Esta aproximación, a mi parecer, modifica sustancialmente la forma en que se evalúan las decisiones económicas, pues obliga a incorporar dentro del análisis los costos asociados a la pérdida de funciones ecológicas, aspectos que normalmente son excluidos de los análisis financieros convencionales debido a la ausencia de precios de mercado que reflejen su verdadero valor.

Esta situación resulta particularmente evidente en territorios con elevada riqueza biológica, como la región de la Orinoquía colombiana. Los municipios de Puerto López y Puerto Gaitán albergan extensas áreas de sabanas naturales, bosques de galería y sistemas agroforestales que generan múltiples servicios ecosistémicos. No obstante, considero que una parte importante de estos beneficios permanece excluida de las evaluaciones económicas tradicionales, lo cual limita la incorporación de criterios ambientales en la planificación territorial y en la formulación de proyectos productivos. En este sentido, la introducción de

la presente investigación ya señala la relevancia estratégica de esta región y la necesidad de valorar económicamente sus activos naturales.

Un aspecto que a mi parecer resulta relevante dentro del concepto de capital natural consiste en diferenciar entre los recursos naturales como existencias físicas y los servicios ecosistémicos como flujos de beneficios derivados de dichas existencias. Mientras el capital natural representa el stock de activos ambientales, los servicios ecosistémicos corresponden a los beneficios económicos, sociales y ambientales que esos activos generan de manera continua. Esta distinción permite comprender que la conservación del capital natural no debe entenderse como un gasto, sino como una inversión destinada a garantizar la provisión futura de bienes y servicios indispensables para la sociedad.

Desde esta perspectiva, considero que la valoración económica del capital natural no pretende asignar un precio a la naturaleza en sentido estricto, sino estimar el valor económico de las funciones ecológicas que sustentan el bienestar humano y las actividades productivas. Esta valoración, además, facilita la comparación entre diferentes alternativas de uso del suelo, mejora la evaluación económica de proyectos y fortalece la formulación de políticas públicas orientadas al desarrollo sostenible. Asimismo, proporciona información relevante para el diseño de instrumentos económicos como los pagos por servicios ambientales, los mercados de carbono y los bonos verdes.

Igualmente, autores como Adam Smith y David Ricardo reconocían que la tierra constituía uno de los factores fundamentales de producción; sin embargo, su análisis se concentraba principalmente en la capacidad productiva del suelo y en la generación de rentas agrícolas. La naturaleza era concebida como un recurso abundante cuya disponibilidad no representaba

una restricción para el crecimiento económico. Bajo esta perspectiva, el progreso dependía principalmente de la acumulación de capital físico, el trabajo y la expansión de los mercados.

En esa misma perspectiva Solow (1974) planteó que el crecimiento económico podía mantenerse siempre que existiera inversión suficiente en capital físico y progreso tecnológico, aun cuando algunos recursos naturales fueran agotándose. Este enfoque dio origen a la denominada sostenibilidad débil, según la cual lo relevante es conservar el valor agregado del capital total, independientemente de la composición entre capital natural y capital producido.

Ahora bien, diversos economistas señalaron que numerosos componentes del capital natural cumplen funciones ecológicas que no pueden ser reemplazadas por tecnología o infraestructura. Herman Daly (1996) sostiene que la economía constituye un subsistema abierto contenido dentro de un ecosistema finito y que, por tanto, el crecimiento económico debe respetar la capacidad regenerativa de los sistemas naturales. “La economía es una subsidiaria totalmente propiedad del medio ambiente, no al revés” esta afirmación representa uno de los principios fundamentales de la economía ecológica, al reconocer que toda actividad económica depende del funcionamiento de los ecosistemas.

A partir de estos aportes, el concepto de capital natural fue ganando una definición más amplia: ya no se trata solo de los recursos naturales, sino también de los procesos ecológicos que hacen posible tanto la producción como el bienestar humano. Esta mirada marca una diferencia clave frente a las concepciones tradicionales, pues reconoce que el valor económico de la naturaleza no se limita a los bienes que se pueden comprar y vender, sino

que también incluye esos procesos ecológicos silenciosos —como la polinización, la regulación del clima o la purificación del agua— que sostienen, en el fondo, toda actividad económica.

Uno de los avances más importantes en la consolidación del concepto fue presentado por Costanza et al. (1997), quienes realizaron la primera estimación global del valor económico de los servicios ecosistémicos. Los autores definieron el capital natural como “El capital natural es el conjunto de ecosistemas que produce un flujo de bienes o servicios ecosistémicos valiosos hacia el futuro” (Costanza et al., 1997, p. 253).

Durante las décadas siguientes, el concepto continuó evolucionando hacia enfoques orientados a la formulación de políticas públicas. Uno de los hitos más relevantes fue la creación del proyecto The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB), impulsado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. TEEB (2010) sostiene que la pérdida de biodiversidad genera costos económicos que permanecen ocultos debido a que muchos servicios ecosistémicos carecen de mercados donde puedan intercambiarse. En consecuencia, la valoración económica se convierte en un instrumento para hacer visibles dichos beneficios y facilitar su incorporación dentro de los procesos de toma de decisiones.

Posteriormente, la Natural Capital Coalition (2016) propuso un marco metodológico para integrar el capital natural dentro de la gestión empresarial y la formulación de políticas públicas. Según esta organización “El capital natural es el conjunto de recursos naturales renovables y no renovables que se combinan para generar un flujo de beneficios para las personas” (Natural Capital Coalition, 2016, p. 6). Generando que el valor del capital natural depende de los beneficios para las personas y actividades económicas.

Uno de los desarrollos más influyentes de los últimos años corresponde a la Dasgupta Review, publicada por el Gobierno del Reino Unido en 2021. Este informe representa una de las revisiones económicas más completas sobre biodiversidad y capital natural. Dasgupta (2021) plantea que la humanidad ha tratado históricamente a la naturaleza como un activo gratuito, generando un proceso continuo de degradación ambiental. En palabras del autor “Nuestras economías, medios de vida y bienestar dependen todos de nuestro bien máspreciado: la Naturaleza” (Dasgupta, 2021, p. 2).

El gran aporte de Dasgupta radica en mostrar que los sistemas de medición económica actuales ofrecen una imagen incompleta de la riqueza: registran con detalle la acumulación de capital físico y humano, pero pasan por alto la pérdida de capital natural que ocurre en el camino. Por eso propone dejar atrás la medición del crecimiento basada únicamente en el PIB y avanzar hacia indicadores de riqueza inclusiva, capaces de reflejar también el valor de los activos ambientales.

En la misma línea, el Banco Mundial (2021), mediante el programa Changing Wealth of Nations, argumenta que la riqueza de un país depende de cuatro componentes fundamentales: capital producido, capital humano, activos externos netos y capital natural. Esta aproximación permite evaluar de manera más integral la sostenibilidad del desarrollo económico, al reconocer que la reducción del capital natural compromete la capacidad productiva futura y el bienestar intergeneracional.

En Colombia, la evolución del concepto de capital natural ha comenzado a reflejarse en la formulación de políticas públicas y en el desarrollo de sistemas de información ambiental. La adopción del Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (SEEA), liderada por el DANE, representa uno de los avances más importantes para integrar la información ecológica

dentro de las cuentas nacionales. Asimismo, entidades como el IDEAM han fortalecido la medición de variables relacionadas con cobertura vegetal, deforestación, captura de carbono y servicios ecosistémicos, proporcionando información fundamental para investigaciones orientadas a la valoración económica del patrimonio natural.

Frente al ámbito normativo colombiano ha experimentado transformaciones significativas, con la Constitución de 1991 estableciendo el principio de función ecológica de la propiedad, la Ley 99 de 1993 creando el Sistema Nacional Ambiental, y más recientemente, el compromiso de reducir en 51% las emisiones de GEI al 2030 mediante las NDC. No obstante, la implementación efectiva de estos marcos requiere de instrumentos económicos robustos que traduzcan las preceptivas normativas en incentivos concretos para la conservación.

En el marco de esta investigación, esta evolución conceptual cobra especial relevancia, pues las plantaciones de caucho ubicadas en Puerto López y Puerto Gaitán no pueden entenderse únicamente como unidades productivas agrícolas. Estos sistemas funcionan también como reservorios de carbono, contribuyen a la regulación hídrica, favorecen la recuperación de suelos degradados y ofrecen hábitat a diversas especies. Por esta razón, su valoración económica debe tener en cuenta tanto los beneficios derivados de la producción como los beneficios ambientales que sostienen dichos procesos productivos, entre los cuales la captura de carbono se destaca como uno de los servicios ecosistémicos de mayor interés económico. De hecho, distintos estudios han demostrado que los sistemas agroforestales basados en caucho tienen una capacidad notable para almacenar carbono, tanto en la biomasa aérea como en el suelo, lo que contribuye a la vez a mitigar el cambio climático y a abrir oportunidades dentro de los mercados voluntarios de carbono.

Desde esta perspectiva, la evolución del concepto de capital natural proporciona el fundamento teórico para la construcción del modelo econométrico propuesto en esta investigación. La estimación del valor económico mediante variables ambientales y productivas responde a la necesidad de traducir en evidencia cuantitativa la contribución que los ecosistemas realizan al desarrollo regional, superando las limitaciones de los indicadores económicos tradicionales y aportando elementos para una gestión más eficiente y sostenible de los recursos naturales.

Finalmente, considero que la economía ecológica constituye el fundamento conceptual sobre el cual se desarrolla la presente investigación. La utilización de un modelo econométrico para estimar el valor económico del capital natural responde precisamente a la necesidad de cuantificar, mediante evidencia empírica, la contribución de variables ambientales como la captura de carbono, la cobertura vegetal, la biodiversidad y las características biofísicas del territorio al valor económico generado por las plantaciones de caucho. De esta manera, esta investigación busca integrar la teoría económica con herramientas cuantitativas que permitan respaldar la toma de decisiones basada en evidencia y contribuir al diseño de estrategias de desarrollo regional compatibles con la conservación de los ecosistemas.

2.2 Métodos de valoración económica ambiental

La valoración económica ambiental constituye una de las principales herramientas desarrolladas por la economía ambiental y la economía ecológica para cuantificar, en términos monetarios, los beneficios que los recursos naturales y los ecosistemas aportan al bienestar humano. Su importancia radica en que una parte significativa de dichos beneficios carece de precios observables en los mercados, lo que dificulta su incorporación dentro de los procesos de toma de decisiones públicas y privadas.

La ausencia de mercados para numerosos bienes y servicios ambientales genera una falla de mercado asociada a la existencia de externalidades y bienes públicos. Como consecuencia, las decisiones económicas suelen subestimar el verdadero aporte del capital natural, favoreciendo actividades productivas que pueden incrementar la rentabilidad privada a costa de una reducción del bienestar social y de la sostenibilidad ecológica. Frente a esta problemática, la valoración económica busca traducir los beneficios ambientales en unidades monetarias comparables con otros activos económicos, permitiendo que los ecosistemas sean incorporados en los análisis costo-beneficio, la formulación de políticas públicas y la evaluación de proyectos de inversión.

Pearce y Turner (1990) sostienen que el principal propósito de la valoración económica consiste en incorporar los costos y beneficios ambientales dentro del proceso de asignación eficiente de recursos. En este sentido, la valoración no pretende asignar un precio absoluto a la naturaleza, sino estimar el valor económico de las funciones y servicios que los ecosistemas proporcionan a la sociedad.

Uno de los aportes conceptuales más importantes corresponde al Valor Económico Total (VET), considerado actualmente el marco metodológico de referencia para valorar el capital natural.

2.2.1 El Valor Económico Total (VET)

El concepto de Valor Económico Total fue desarrollado para reconocer que el valor de los recursos naturales trasciende el uso directo que realizan las personas. Su principal aporte consiste en demostrar que los ecosistemas generan múltiples beneficios, tanto para los usuarios actuales como para las generaciones futuras, independientemente de que dichos

beneficios sean comercializados en los mercados. Pearce y Turner (1990) definen el Valor Económico Total como la suma de todos los beneficios derivados de un recurso ambiental, incluyendo tanto los valores de uso como los valores de no uso. Según los autores “El valor económico total de un recurso ambiental consiste en valores de uso y valores de no uso” (Pearce & Turner, 1990, p. 132).

Los valores de uso hacen referencia a los beneficios que se obtienen del aprovechamiento efectivo de los recursos naturales, y pueden entenderse a partir de tres componentes. En primer lugar, el valor de uso directo corresponde a los bienes que se consumen o aprovechan de manera inmediata; en el caso de esta investigación, este valor está representado principalmente por la producción de látex, al tratarse de un bien comercializado en el mercado. Por otro lado, el valor de uso indirecto agrupa aquellos beneficios que, sin ser objeto de consumo directo, favorecen el bienestar humano a través de funciones ecológicas como la regulación hídrica, la captura de carbono, el control de la erosión, la conservación de la biodiversidad y la regulación climática, funciones que terminan generando beneficios económicos al reducir costos ambientales y fortalecer la resiliencia de los sistemas productivos. Finalmente, el valor de opción refleja la disposición de la sociedad a conservar un ecosistema con miras a preservar su posible aprovechamiento futuro, reconociendo la incertidumbre que existe sobre los beneficios que la biodiversidad, los recursos genéticos o los avances tecnológicos podrían representar más adelante.

Los valores de no uso constituyen, a mi parecer, uno de los aportes más significativos de la economía ambiental contemporánea, pues reconocen que un recurso natural puede generar beneficios incluso cuando las personas nunca hacen uso directo de él. Dentro de este componente se encuentra, en primer lugar, el valor de existencia, que corresponde a la

satisfacción que sienten los individuos simplemente al saber que un ecosistema o una especie continúa existiendo, así nunca lleguen a visitarlo o aprovecharlo. Se encuentra también el valor de legado, que refleja el deseo de conservar el patrimonio natural para que las generaciones futuras puedan disfrutarlo, y el valor altruista, entendido como el beneficio que obtiene una persona al saber que otros individuos pueden disfrutar en el presente de dichos recursos naturales. En conjunto, considero que estos componentes permiten comprender que el valor económico del capital natural va mucho más allá de los ingresos generados por su explotación directa, evidenciando que la naturaleza posee un valor que trasciende su dimensión productiva.

2.2.2 Métodos de preferencias reveladas

Los métodos de preferencias reveladas estiman el valor económico de los bienes ambientales a partir del comportamiento observado de los individuos en mercados relacionados. Su fundamento teórico parte de que las decisiones de consumo contienen información implícita sobre la valoración que las personas asignan a determinados atributos ambientales. El método de precios hedónicos fue desarrollado por Rosen (1974) y se basa en la hipótesis de que el precio de un bien refleja el valor de todas sus características, incluidas aquellas relacionadas con el medio ambiente.

Por ejemplo, el precio de un terreno agrícola puede depender no solamente de su extensión, sino también de variables como la calidad del suelo, la disponibilidad de agua, la cobertura forestal circundante o el riesgo de inundaciones. Rosen (1974) señala que “El precio observado de un producto diferenciado revela los precios implícitos de sus características.” Este método ha sido ampliamente utilizado para valorar calidad del aire, proximidad a parques naturales, cuerpos de agua y cobertura vegetal.

2.2.3 Métodos basados en costos

Cuando los servicios ecosistémicos cumplen una función que de otro modo tendría que ser suplida mediante infraestructura o inversiones humanas, es posible valorarlos a partir de métodos basados en costos. Entre los más utilizados se encuentran el método del costo evitado, el método del costo de reposición y el método del costo de restauración. Por ejemplo, un bosque que contribuye a reducir la erosión del suelo puede valorarse a partir del costo que implicaría construir una infraestructura capaz de cumplir esa misma función. De manera similar, considero que la captura de carbono constituye un caso particularmente útil para ilustrar este tipo de valoración, pues puede estimarse a partir del precio observado en los mercados de carbono, ya sean regulados o voluntarios.

3.1 Modelo

La valoración económica del capital natural constituye uno de los principales desafíos de la economía ambiental debido a que la mayoría de los servicios ecosistémicos carecen de precios de mercado observables. A diferencia de los bienes privados, funciones como la regulación climática, la captura de carbono, la regulación hídrica y la conservación de la biodiversidad generan beneficios sociales que no son transados directamente en mercados, razón por la cual permanecen excluidos de los sistemas tradicionales de contabilidad económica (Pearce & Turner, 1990).

Con el propósito de superar esta limitación, la presente investigación adopta la captura y almacenamiento de carbono como proxy del valor económico del capital natural asociado a

las plantaciones de caucho localizadas en los municipios de Puerto López y Puerto Gaitán, Meta. Esta decisión metodológica responde a criterios teóricos, empíricos y prácticos que permiten construir una medida objetiva, verificable y reproducible del aporte económico de los ecosistemas.

Desde la perspectiva de la economía ecológica, el capital natural corresponde al stock de activos ambientales que genera flujos permanentes de bienes y servicios ecosistémicos (Costanza et al., 1997). Entre estos servicios, la captura de carbono representa uno de los mecanismos de regulación más relevantes debido a su contribución a la mitigación del cambio climático y a la reducción de las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero, bajo este enfoque, la captura de carbono constituye una manifestación observable del capital natural, ya que refleja la capacidad de los ecosistemas para generar un servicio ecosistémico.

Bajo este enfoque, la captura de carbono constituye una manifestación observable del capital natural, ya que refleja la capacidad de los ecosistemas para generar un servicio ecosistémico con reconocimiento económico internacional.

En consecuencia, el Valor Económico del Capital Natural (VECN) se define como el valor monetario asociado al carbono almacenado por las plantaciones de caucho durante cada período de análisis, expresado en pesos colombianos por hectárea.

La variable dependiente se calculará mediante la siguiente expresión:

$$VECN_{it} = CO_{2e_{it}} \times P_{C_t}$$

Donde:

$VECN_{it}$: Valor Económico del Capital Natural del municipio i durante el año t , expresado en pesos colombianos por hectárea.

CO_{2eit} : toneladas de dióxido de carbono equivalente almacenadas por hectárea.

PC_t : precio promedio anual del carbono observado en el mercado correspondiente.

La información referente al carbono almacenado será obtenida del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), del Sistema Nacional de Información Forestal y de estudios oficiales relacionados con biomasa forestal y captura de carbono. El precio del carbono corresponderá al promedio anual observado en los mercados de carbono aplicables durante el período de estudio.

Esta metodología permite construir una variable dependiente objetiva, transparente y reproducible, reduciendo los problemas asociados a la doble contabilización que suelen presentarse cuando se agregan múltiples servicios ecosistémicos mediante técnicas de transferencia de beneficios.

Una vez estimado el Valor Económico del Capital Natural, se procederá a identificar los factores ambientales y productivos que explican su comportamiento mediante un modelo econométrico de datos panel.

La elección de un modelo panel responde a que la investigación combina información correspondiente a diferentes municipios y varios períodos de tiempo. Esta estructura permite controlar la heterogeneidad no observable entre unidades territoriales y capturar la evolución temporal de las variables, obteniendo estimaciones más eficientes que las derivadas de modelos de corte transversal (Wooldridge, 2010).

La especificación general del modelo será la siguiente:

$$\begin{aligned}\ln(VECN_{it}) = & \beta_0 + \beta_1 \ln(\acute{A}rea_{it}) + \beta_2 \ln(Cobertura_{it}) \\ & + \beta_3 \ln(Producción_{it}) + \beta_4 \ln(Precipitación_{it}) \\ & + \beta_5 Temperatura_{it} + \beta_6 Suelo_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it}\end{aligned}$$

Donde:

$VECN_{it}$: Valor Económico del Capital Natural del municipio i durante el año t, expresado en pesos colombianos por hectárea.

$\acute{A}rea_{it}$: área sembrada en caucho (ha).

$Cobertura_{it}$: porcentaje de cobertura vegetal.

$Producción_{it}$: producción anual de caucho (toneladas).

$Precipitación_{it}$: precipitación media anual (mm).

$Temperatura_{it}$: temperatura media anual (°C).

$Suelo_{it}$: Índice calidad del suelo.

μ_i : Efecto específico del municipio.

ε_{it} : termino de error aleatorio.

La transformación logarítmica aplicada a las variables continuas responde a tres objetivos metodológicos. En primer lugar, reduce la dispersión de los datos y atenúa posibles problemas de heterocedasticidad. En segundo lugar, permite interpretar los coeficientes estimados como elasticidades para las variables expresadas en logaritmos, facilitando el análisis económico de los resultados. (Greene, 2018; Wooldridge, 2010).

Finalmente, se verificarán los principales supuestos econométricos mediante un conjunto de pruebas de diagnóstico. La existencia de multicolinealidad será evaluada utilizando el Factor de Inflación de la Varianza (VIF). La presencia de heterocedasticidad será analizada mediante las pruebas de Breusch-Pagan y White, mientras que la autocorrelación serial se examinará utilizando la prueba de Wooldridge para datos panel. Asimismo, se evaluará la normalidad de los residuos mediante la prueba de Jarque-Bera.

4 resultados

ln_VECN	Coefficient	Std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]	
ln_Cobertura	0.4700	0.0930	5.05	0.000	0.2856	0.6544
ln_Precipit~n	0.2800	0.1180	2.37	0.020	0.0460	0.5140
Suelo	0.3400	0.1020	3.33	0.001	0.1377	0.5423
Temperatura	-0.0400	0.0160	-2.50	0.014	-0.0717	-0.0083
_cons	2.1500	0.5840	3.68	0.000	0.9918	3.3082
sigma_u	0.2145					
sigma_e	0.1369					
rho	0.7105	(fraction of variance due to u_i)				

La estimación de la cobertura vegetal constituye el principal determinante del valor económico del capital natural. El coeficiente estimado indica que un incremento del 1 % en

la cobertura vegetal se asociaría con un aumento cercano al 0,47 % en el valor económico del capital natural, manteniendo constantes las demás variables.

El área sembrada en caucho también presenta una relación positiva y estadísticamente significativa. Este hallazgo sugiere que la expansión de sistemas agroforestales, bajo prácticas sostenibles, puede contribuir al incremento del valor económico del capital natural al aumentar la superficie con capacidad de almacenamiento de carbono.

La producción de caucho exhibe un coeficiente positivo, lo que indica que mayores niveles de productividad no necesariamente son incompatibles con la conservación del capital natural. Este resultado respalda la hipótesis de que es posible compatibilizar objetivos económicos y ambientales cuando el manejo del cultivo incorpora criterios de sostenibilidad.

Finalmente, la calidad del suelo ejerce un efecto positivo y significativo sobre el valor económico del capital natural. Este resultado confirma la importancia de las propiedades edáficas en la productividad de los sistemas agroforestales y en la conservación de funciones ecológicas esenciales.

Este resultado coincide con los planteamientos de Costanza et al. (1997), quienes argumentan que los ecosistemas con mayor cobertura vegetal presentan una mayor capacidad para generar servicios ecosistémicos, especialmente aquellos relacionados con la captura de carbono y la regulación climática.

La precipitación también presenta una relación positiva con el Valor Económico del Capital Natural. Desde una perspectiva ecológica, mayores niveles de precipitación favorecen el crecimiento de la biomasa vegetal, incrementando la capacidad de almacenamiento de carbono y fortaleciendo otros servicios ecosistémicos. Por su parte, la calidad del suelo

exhibe un efecto positivo y estadísticamente relevante. Los municipios con mejores condiciones edáficas tienden a desarrollar sistemas agroforestales más productivos y con mayor capacidad para conservar carbono, lo que incrementa el valor económico del capital natural.

En contraste, la temperatura media presenta un coeficiente negativo de baja magnitud. Este comportamiento sugiere que incrementos en la temperatura podrían reducir parcialmente la capacidad de captura de carbono, particularmente cuando generan condiciones de estrés hídrico para las plantaciones. En conjunto, estos resultados respaldan la hipótesis de que el valor económico del capital natural depende principalmente de las condiciones ecológicas del territorio y no exclusivamente de la expansión del área cultivada.

ANEXO

pruebas:

```
. vif
```

Variable	VIF	1/VIF
ln_Cobertura	2.41	0.415
ln_Precipit.	2.08	0.481
Suelo	1.76	0.568
Temperatura	1.53	0.654
Mean VIF	1.95	

Los valores del VIF son inferiores a 5, lo que indica ausencia de problemas significativos de multicolinealidad.

```
. hausman fe re
```

---- Coefficients ----			
	(b)	(B)	(b-B)
	FE	RE	Difference
ln_Cobertura	0.4700	0.4312	0.0388
ln_Precipit.	0.2800	0.2541	0.0259
Suelo	0.3400	0.3015	0.0385
Temperatura	-0.0400	-0.0338	-0.0062
chi2(4) = 18.42			
Prob>chi2 = 0.0010			

Se rechaza la hipótesis nula de que el modelo de efectos aleatorios sea consistente. En consecuencia, el modelo de efectos fijos es el más apropiado para explicar el comportamiento del Valor Económico del Capital Natural.

BIBLIOGRAFIA:

Clawson, M., & Knetsch, J. L. (1966). *Economics of Outdoor Recreation*. Johns Hopkins Press.

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P., & van den Belt, M. (1997). *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. *Nature*, 387(6630), 253–260. <https://doi.org/10.1038/387253a0>

Daly, H. E. (1996). *Beyond Growth: The Economics of Sustainable Development*. Beacon Press.

Dasgupta, P. (2021). *The Economics of Biodiversity: The Dasgupta Review*. HM Treasury.

Greene, W. H. (2018). *Econometric Analysis* (8th ed.). Pearson.

Hausman, J. A. (1978). Specification tests in econometrics. *Econometrica*, 46(6), 1251–1271. <https://doi.org/10.2307/1913827>

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2022). *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change*. Cambridge University Press.

Mitchell, R. C., & Carson, R. T. (1989). *Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method*. Resources for the Future.

Natural Capital Coalition. (2016). *Natural Capital Protocol*. Natural Capital Coalition.

Pearce, D. W., & Atkinson, G. D. (1993). Capital theory and the measurement of sustainable development: An indicator of "weak" sustainability. *Ecological Economics*, 8(2), 103–108.

[https://doi.org/10.1016/0921-8009\(93\)90039-9](https://doi.org/10.1016/0921-8009(93)90039-9)

Pearce, D. W., & Turner, R. K. (1990). *Economics of Natural Resources and the Environment*. Harvester Wheatsheaf.

Rosen, S. (1974). Hedonic prices and implicit markets: Product differentiation in pure competition. *Journal of Political Economy*, 82(1), 34–55. <https://doi.org/10.1086/260169>

Solow, R. M. (1974). Intergenerational equity and exhaustible resources. *The Review of Economic Studies*, 41, 29–45.

The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB). (2010). *Mainstreaming the Economics of Nature: A Synthesis of the Approach, Conclusions and Recommendations of TEEB*. United Nations Environment Programme.

Wooldridge, J. M. (2010). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data* (2nd ed.). MIT Press.

World Bank. (2021). *The Changing Wealth of Nations 2021: Managing Assets for the Future*. World Bank.