

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN



# Visión ecológica a los indicadores macroeconómicos clásicos: Una revisión de literatura

## Ecological vision to classic macroeconomic indicators: A literature review

Marcelo Cárdenas-Sempertegui <sup>1</sup> | Estefanía

Cevallos-Rodríguez <sup>1</sup> | Luis Tonon-Ordóñez <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Economía Universidad,  
Universidad del Azuay

### Correspondencia

Estefanía Cevallos-Rodríguez, Departamento de  
Economía Universidad del Azuay  
Email: [ecevallosr@uazuay.edu.ec](mailto:ecevallosr@uazuay.edu.ec)

### Fecha de recepción

Abril 2024

### Fecha de aceptación

Junio 2024

### RESUMEN

Los indicadores macroeconómicos como el Producto Interno Bruto y el Producto Nacional Neto se centran en la producción y no miden los costos ambientales asociados al desarrollo, ni toman en cuenta los costos de compensación y las externalidades generadas por las actividades económicas. Mediante una revisión bibliográfica utilizando el método PRISMA, se analizaron propuestas de nuevos indicadores que intentan corregir indicadores macroeconómicos clásicos. Se encontraron indicadores como: Índice del Progreso Genuino, PIB verde, Huella Ecológica, Índice de Felicidad Nacional Bruta, y Producto Nacional Neto Ajustado Ambientalmente. Se concluyó que el Índice del Progreso Genuino fue el indicador que más variables ambientales y sociales incluye en su cálculo. Debido a la falta de validez científica y las limitaciones extremas de los datos, las alternativas ecológicas todavía se consideran solamente estimaciones.

**Palabras clave:** Desarrollo sostenible; Economía ecológica; Indicadores ambientales; Índice del Progreso Genuino; PIB verde.

**Códigos JEL:** Q32, Q51, Q57

### ABSTRACT

Macroeconomic indicators such as Gross Domestic Product and Net National Product focus on production and do not measure the environmental costs associated with development, they don't take into account compensation costs and externalities generated by economic activities. Through a bibliographic review using the PRISMA method, proposals for new indicators that attempt to correct classic macroeconomic indicators, those were analyzed. Indicators were found such as: Genuine Progress Index, green GDP, Ecological Footprint, Gross National Happiness Index, and Environmentally Adjusted Net National Product. We concluded, the Genuine Progress Index was the indicator that included the most environmental and social variables in its calculation. For scientific disability and extreme data limitations, green alternatives are considered only an estimation.

**Keywords:** Ecological economy; Environmental indicator; Genuine Progress Index; Green GDP; Sustainable development.

**JEL codes:** Q32, Q51, Q57

## 1 | INTRODUCCIÓN

Comúnmente se considera a una economía como "exitosa" cuando tiene la capacidad de aumentar el nivel de ingreso nacional y el consumo de los individuos y, por consiguiente, la calidad de vida y bienestar. Este crecimiento atribuido erróneamente a la acumulación de riqueza, no toma en cuenta el impacto social y ambiental que la actividad económica conlleva. Martínez-Alier (2013) critica al actual modelo económico basado en el crecimiento ilimitado en las sociedades, argumentando que éste es insostenible debido a la sobreexplotación de los recursos naturales y a la creciente desigualdad social. En el modelo económico clásico las cuentas nacionales constituyen una herramienta clave para evaluar el impacto de las políticas económicas y comprender la estructura económica de un país (González et al., 2022). El comportamiento global de una economía es medido por un número reducido de variables con características netamente monetarias, llamados indicadores macroeconómicos que se derivan de las cuentas nacionales, entre los que se destacan el Producto Interno Bruto (PIB) y el Producto Nacional Neto (PNN) (Mankiw, 2012 y Jackson, 2016).

A pesar de ser utilizados para juzgar la riqueza y el desempeño económico de los países, reciben varias críticas (Lachaud y Maldonado, 2011), como lo manifiestan Stiglitz (2009), Helliwell et al. (2017) y Daly (2007) estos indicadores presentan limitaciones en términos de la capacidad para reflejar realmente el impacto ambiental de las actividades económicas, y no consideran al capital natural en sus mediciones, además, el PIB no mide la distribución del bienestar económico, sino que se enfoca únicamente en la cantidad de bienes y servicios producidos. Dasgupta et al. (2022) consideran al capital natural esencial para la el bienestar humano, plantearon que su valor económico debe ser integrado en los indicadores macroeconómicos para una correcta toma de decisiones políticas y económicas en un país.

Otra de las críticas más significativas a estos dos indicadores es que en su medición se considera a los gastos compensatorios o gastos defensivos como algo positivo, Fiszbein et al. (2009) y Henderson et al. (2012) enfatizaron que esto puede llevar a una sobrestimación del bienestar y falsa percepción del desarrollo económico, ya que no consideran la distribución desigual de los beneficios económicos y sociales. Leach (2009) argumentó que estos gastos compensatorios están destinados a prevenir o compensar daños ambientales, por ninguna razón deberían ser considerados como un aumento neto en el bienestar económico, y que en realidad estos deberían restarse del PIB para obtener una estimación más real.

Igualmente, Tanuro (2012) criticó al PIB, ya que asevera que este indicador aparte de no reflejar los impactos negativos ambientales generados por las actividades económicas, no considera la amortización del capital natural, como lo ratifican De Groot et al. (2012) no se reconoce el valor de los recursos naturales y los ecosistemas que proporcionan beneficios a largo plazo en términos económicos y sociales, como el agua limpia, el aire puro, biodiversidad o paisajes naturales, así mismo, plantearon la necesidad de llegar a construir una economía capaz de mantener una relación equilibrada y sostenible entre el crecimiento económico, la conservación de los recursos naturales.

Para lograr sostenibilidad, Demaria et al. (2015); Martínez-Alier et al. (2010) propusieron basarse en la economía ecológica, que reconoce la interdependencia entre la economía humana y el ambiente natural. La economía ecológica ha propuesto diversas alternativas a los clásicos indicadores macroeconómicos, buscando medir el bienestar humano y la sostenibilidad económica de una manera integral, estos indicadores incluyen el Índice de Desarrollo Genuino (IDG), el Índice de Felicidad Nacional Bruta (IFNB), el Índice de Huella Ecológica (IHE) (Hardt y O'Neill, 2017).

Dentro de este contexto, el objetivo de este trabajo, desde la

visión de la economía ecológica pretende analizar las propuestas de estos nuevos indicadores económicos que integran aspectos sociales y ambientales, los principales hallazgos de esta revisión reflejaron que si bien existen varias propuestas de autores que plantean indicadores ecológicos, no cuentan con el suficiente respaldo científico ni la base cuantitativa como para que los países lleguen a adaptar estas mediciones en sus cuentas nacionales, igualmente a partir de esta investigación se destaca la necesidad de potenciar los indicadores macroeconómicos sostenibles para contribuir a la toma correcta de decisiones políticas y económicas para alcanzar un crecimiento económico sostenible y bienestar de un país. La estructura del presente artículo parte desde una revisión teórica, luego la metodología seguida, los resultados de la revisión de literatura, y finaliza con los apartados de conclusiones y recomendaciones.

## 2 | TEORÍA Y REVISIÓN DE LA LITERATURA PREVIA

### 2.1 | Economía ecológica

Debido a las crecientes preocupaciones sobre el uso irresponsable de los recursos naturales, el desafío de las naciones está en considerar a la sostenibilidad para disminuir el deterioro del planeta (Oblitas et al., 2019). Según Vargas et al. (2017) la segunda década del siglo XXI ha traído problemas severos como el cambio climático, la escasez de recursos no renovables la crisis en sectores como la de combustibles, alimentos y agua. Caro-Ramírez, (2016), D'Amato y Korhonen, (2021) afirmaron que para que exista un adecuado manejo de los recursos humanos, naturales, de capital, tecnología y conocimiento, se requiere un intenso diálogo científico y político en el plano de la economía ecológica.

Muradian y Martínez-Alier (2001), destacaron que la economía ecológica considera el bienestar humano y la sostenibilidad económica de un país, argumentando que la manera clásica en la que se cuantifica la economía, no toma en cuenta el agotamiento de los recursos naturales. El concepto de economía ecológica ha sido establecido por varios autores a lo largo del tiempo. Daly (2007) es considerado como uno de los fundadores de la economía ecológica, Costanza (2019) reconocido por su trabajo en la valoración económica de los servicios ecosistémicos, mientras que Martínez-Alier et al. (2010), han sido importantes defensores de la equidad en la distribución de los costos ambientales. Según Martínez-Alier et al. (2010), Kallis (2011), Maurin y Vergragt (2010) el crecimiento económico no puede continuar indefinidamente sin tener en cuenta los "límites ecológicos", que se refieren a las limitaciones de recursos naturales y la capacidad del ambiente para absorber los desechos y contaminantes generados por la producción de un país y el desarrollo de su economía, es decir la actividad económica debe ser sostenible y respetando los límites de los recursos naturales para asegurar el bienestar de las generaciones futuras.

### 2.2 | Críticas ecológicas a los indicadores macroeconómicos PIB Y PNN

La economía ecológica planteada como un nuevo paradigma económico, sugiere un enfoque centrado en la protección del ambiente como un elemento crucial, así como analizar el impacto que las actividades humanas generan, y que involucren el uso de recursos ambientales (Cuadra et al., 2017). Dentro de este contexto, un elemento fundamental para entender la interacción entre la economía y el entorno, es la "internalización de costos ambientales", que se relaciona con la forma en que los mercados y los sistemas econó-

micos se hagan responsables de los costos ambientales asociados a sus actividades (Cely et al., 2014).

Costanza (2019) sugiere que se debe tomar en cuenta el concepto de "capital natural", el cual otorga un valor económico a los servicios ecosistémicos. Desde esta perspectiva este nuevo paradigma del desarrollo sostenible, establece el diseño de instrumentos de valoración de la naturaleza a partir de un cálculo monetario, económico y ambiental (Fuente, 2008). Como lo mencionó Panth (2013) la economía necesita un nuevo enfoque para crear un equilibrio justo con el ambiente y la sociedad. Al considerar un contexto netamente económico, el PIB fue concebido como el flujo anual de los bienes y servicios producidos medido por su valor monetario, esta riqueza anual es igual a la suma de las rentas salariales más las no salariales (Blanco, 2010), mientras que el PNN representa el ingreso económico en el sentido del consumo que, si es mantenido a un nivel constante, rendiría el mismo valor presente del consumo en la senda que maximiza el valor presente del bienestar (Figuroa y Calucura, 2002). Para López y Cattaneo (2013) el PIB es utilizado como medida del bienestar material de una sociedad; que no cuantifica variables ecológicas, el agotamiento del capital natural, o los impactos negativos del crecimiento económico en el bienestar social y ambiental, por lo que varios autores han criticado a estos macroindicadores económicos (Talberth et al., 2007, Stjepanovic et al., 2022, Daly, 2009).

## 2.3 | Indicadores sostenibles

Según Wironen y Erickson (2020), es necesario desarrollar nuevos indicadores que tomen en cuenta los límites ecológicos y la sostenibilidad de la actividad económica. A pesar del creciente interés mundial en las prácticas de economía ecológica, hay pocos estudios publicados de base empírica sobre este tipo de experiencias y los resultados reales dentro de economías específicas (Hopkinson et al., 2018). La aplicación de métodos de valoración ambiental está evolucionando, una investigación sería y renovada sobre el alcance del uso de valoraciones e indicadores ambientales permitirá ecologizar las naciones (World Bank, 2010). Desde este punto de vista, para Lange et al. (2003) y Bravo et al. (2020), la contabilidad ambiental y los indicadores han progresado desde la década de 1970 a través de esfuerzos de distintos países y profesionales comprometidos, cada uno desde sus propios marcos y metodologías para llegar a incorporar sus prioridades ambientales en las cuentas nacionales, y explicaron que el uso de nuevos indicadores permitirá a las naciones determinar los niveles de sostenibilidad de la producción nacional.

Según Quiroga (2001), Grupo de Economía Ecológica de México (2008), Molina-López y Zaldumbide-Peralvo (2020) se debería establecer un grupo de indicadores que se encuentren relacionados con las particularidades ecológicas, ambientales, productivas y socioeconómicas de una nación, el poder reconocer la importancia de lograr la transición de la economía lineal a la economía ecológica, es vital para que su aceptación sea global y sus indicadores sean cuantificados correctamente.

## 3 | METODOLOGÍA

Al ser una revisión netamente teórica, la metodología de esta investigación fue de carácter exploratorio con un enfoque descriptivo, cualitativo. El método utilizado en esta revisión fue el PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) según lo descrito por Page et al. (2021), este método es un conjunto de directrices diseñado para reportar revisiones de literatura de manera rigurosa y transparente, incluye una lista de verificación de 27 ítems y un diagrama de flujo que describe el proceso

de selección de estudios. Después de la definición de la pregunta de investigación, se establece criterios de elegibilidad, la búsqueda exhaustiva en diversas bases de datos, la selección de estudios relevantes, la extracción de datos, la evaluación del riesgo de sesgo, la síntesis de los resultados.

Para obtener información, se revisó y analizó la literatura existente sobre los indicadores con correcciones ambientales a los indicadores macroeconómicos clásicos PIB y PNN. Los artículos que tuvieron relación teórica con lo analizado, fueron seleccionados de manera minuciosa considerando los ejes teóricos como: las propuestas de nuevos indicadores verdes, indicadores de sostenibilidad, correcciones a las cuentas nacionales, entre otros. La búsqueda de artículos científicos tanto de textos en inglés y castellano, se realizó en bases de datos como Scielo, Scopus, Springer, ScienceDirect y Redalyc con un rango de búsqueda del periodo 2018-2022. Las palabras clave utilizadas en la búsqueda bibliográfica, en inglés fueron: Green GDP, Ecological Footprint, Genuine Progress Indicator, Natural Capital, Environmentalism; y en castellano:

PIB Verde, alternativas al PIB, economía ecológica, desarrollo sostenible, crecimiento verde, costos ambientales, externalidades. Finalmente se identificaron 567 documentos, de los cuales una vez aplicados los criterios del método PRISMA se llegó a una base de 45 artículos científicos en los que se pudo identificar y conocer las distintas posturas de los autores sobre las variables e indicadores ecológicos. Estos textos sumados a las 45 publicaciones incluidas antes de iniciar el estudio dieron como resultado las 90 fuentes utilizadas en este artículo. La figura 1 muestra el diagrama de flujo del método PRISMA.

## 4 | RESULTADOS

### 4.1 | Indicadores con correcciones ecológicas al PIB y al PNN

Los indicadores ecológicos, incluyen variables de diferente índole que permiten medir el avance de las naciones y regiones hacia un modelo de desarrollo sostenible, y son considerados como herramientas efectivas que pueden facilitar la elaboración y la evaluación de políticas públicas, que a su vez impulsan el progreso de las regiones a partir de una nueva visión de economía (Quiroga, 2001). Para Hák et al. (2016) las variables económicas, ecológicas y sociales de los indicadores, deben ser analizadas exhaustivamente por expertos, pues ello permite mantener solamente los factores más relevantes en la cuantificación del indicador ecológico y sea considerado viable y cuantificable. Tomar en cuenta la naturaleza de las variables que son consideradas en el cálculo de los indicadores ecológicos, es vital para que estas sean correctamente categorizadas, por esta razón se analizarán las tres dimensiones de los indicadores ecológicos, que se nombran a continuación:

- Variables de naturaleza económica: que pueden ser medidas en términos financieros.
- Variables de naturaleza social: aspectos relacionados con el comportamiento y la interacción entre individuos o grupos en una sociedad.
- Variables de naturaleza ambiental: hace referencia a factores que afectan e influyen el ambiente y aspecto de la vida en general.

La combinación inteligente de variables que comprendan estas tres dimensiones, permitirá abarcar una gama amplia y bien instrumentada de mediciones para poder desarrollar indicadores de calidad que tengan un nivel de relevancia significativo, y que puedan ser usados por los países para evaluar su progreso hacia un desarrollo sostenible.

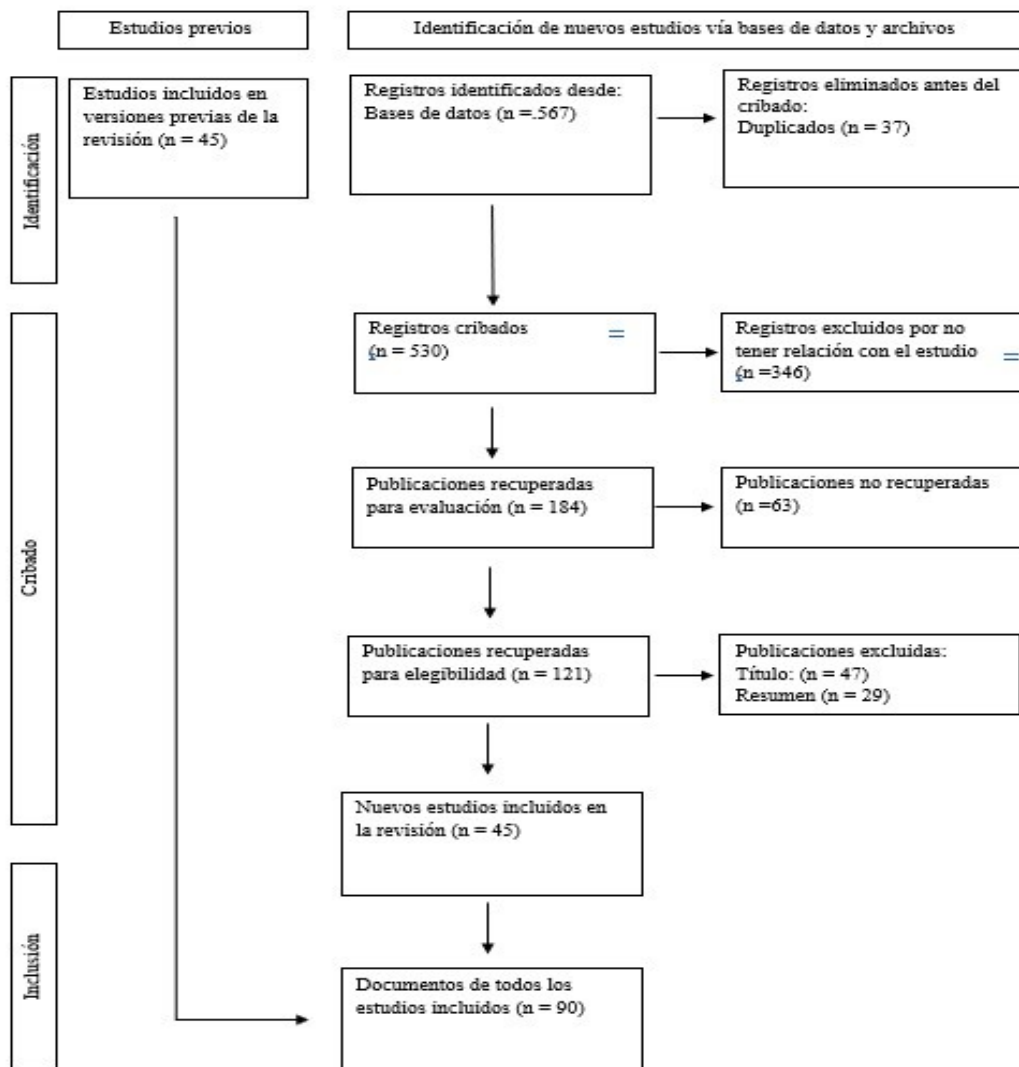


Figura 1. Diagrama de flujo Prisma de la revisión de literatura. Nota: Basado en Page et al., (2021)

### 4.1.1 | El Índice del Progreso Genuino (IPG)

Panth (2013), propuso el análisis de un indicador conocido como el Índice de Progreso Genuino, el cual combina nuevas variables ecológicas para una estimación más exacta del bienestar de un país. En un contexto sostenible, como lo manifiestan Karatopouzis et al. (2022), Abarca-Valverde et al. (2020), es importante reconocer las limitaciones del PIB como medida del progreso, por lo cual considerar este índice en las cuentas nacionales, permite un enfoque más real del bienestar y progreso económico al integrar factores socia-

les y ambientales, que a menudo se pasan por alto en el análisis económico tradicional. Para Rodríguez y Carosini (2018) tener un indicador adaptado a la contabilidad ambiental, servirá como herramienta que contribuya a entender el rol que juega el ambiente en la economía.

El IPG fue desarrollado por Herman Daly y John Cobb en 1989, se plantea como una opción alternativa o complemento al PIB y al PNN que toma en cuenta no solo el crecimiento económico, sino también el bienestar social y ambiental, es un índice complejo, y aunque se ha utilizado, su aplicación ha sido limitada debido a la dificultad de recopilar datos precisos y completos de muchos aspectos de la vida social y ambiental de una nación (Brown y Lazarus, 2018).

Sin embargo autores como Abarca-Valverde et al. (2020) exponen que al utilizar el IPG junto con el PIB, los responsables políticos pueden tomar decisiones más informadas que promuevan el crecimiento económico sostenible y equitativo. Esto lo corroboran Busch y Hoffmann (2009) que también señalaron que el IPG puede servir como una herramienta útil para promover la sostenibilidad, bienestar, ya que integra la desigualdad de ingresos y el agotamiento de los recursos naturales.

Anielski (2007), explicó que el IPG se calcula restando del indicador los costos sociales y ambientales del PIB, considerando en su cálculo variables como el costo de la contaminación, el crimen y el agotamiento de los recursos, y sumando factores como el tra-

bajo voluntario, el trabajo doméstico y el valor del tiempo libre. El índice resultante proporciona una medida más precisa del progreso económico, ya que considera factores que no son capturados por el PIB.

Al restar los costos sociales y ambientales de los gastos de consumo personal y sumar los factores mencionados anteriormente, Menegaki (2018) llegó a una medida más completa del progreso que considera el bienestar de los ciudadanos y la sostenibilidad del desarrollo económico, al igual que el impacto ambiental de la actividad humana en el planeta. El IPG considera las tres dimensiones y el indicador abarca las siguientes variables como se muestra en la Tabla 1:

Tabla 1. Variables consideradas en el IPG

Variables económicas	Variables sociales	Variables ambientales
Producción real de bienes y servicios	Salud	Calidad del aire
Beneficios netos de la inversión privada	Educación	Calidad del agua
Servicios gubernamentales no monetizados	Costo del crimen y desempleo	Pérdida del hábitat
Distribución de ingresos	Actividad no remunerada	Contaminación de la tierra
Inversión en capital humano	Contaminación y agotamiento de recursos	Pérdida de la biodiversidad
	Delincuencia y la inversión en defensa	Costos de la degradación ambiental
	Tiempo libre	Agotamiento de los recursos naturales
	Deterioro social	Cambio climático
	Costo de accidentes automovilísticos	Agotamiento de la capa de ozono
		Agotamiento de la biodiversidad

Notas: Adaptado de Brown y Lazarus (2018); Costanza et al. (2004); Kubiszewski et al. (2013); Menegaki (2018); Talberth et al. (2007).

Para el IPG Talberth et al. (2007) consideró el cálculo involucrando a las variables más representativas. (Ecuación 1).

$$IPG_t = Cp + /-IDI + CPp + Vldc + Ved + Vtv + Sbdc - CC - Ptl - CSubE - Cbdc - Cdd - Cmc - CAa - CCaaa - PHtc - Ar + /-Ene \quad (1)$$

Donde, Cp = Consumo personal; IDI = Índice de distribución de ingresos; CPp = Consumo personal ponderado; Vldc = Valor de las labores domésticas y la crianza; Ved = Valor de la educación superior; Vtv = Valor del trabajo voluntario; Sbdc = Servicios de bienes duraderos para el consumidor; CC = Costos del crimen; Ptl = Pérdida de tiempo libre; CSubE = Costos del subempleo; Cbdc = Costo de bienes duraderos para el consumidor; Cdd = Costo de desplazamiento diario (Transportes); Cmc = Costo de mitigación de la contaminación doméstica; CAa = Costo de accidentes automovilísticos; Caaa = Costo de la contaminación del agua, del aire y contaminación acústica; Phct = Pérdida de humedales y tierras de cultivo; Ar = Agotamiento de recursos; Inc = Inversión neta de capital; Ene = Endeudamiento neto extranjero.

En un estudio realizado en cincuenta estados de Estados Unidos, se analizó la influencia de las variables en los resultados del IPG, la variable del gasto en consumo personal ocupó el tercer lugar en correlación, ésta variable se posicionó por detrás del componente

social y ambiental. Los otros componentes específicos que se correlacionan fuertemente con el IPG, fueron variables sociales (beneficios del trabajo doméstico, beneficios de la educación superior, beneficios del trabajo voluntario, costo de desplazamiento y costo de tiempo de ocio perdido), y ambientales como el cambio climático y el costo del agotamiento de recursos no renovables (Fox y Erickson, 2020).

#### 4.1.2 | Índice de Felicidad Nacional Bruta (IFNB)

Es un indicador creado en el año 1972 por el rey Jigme Singye Wangchuck, para medir el bienestar de Bután. Este indicador surge como resultado de reformas metodológicas para medir el bienestar más allá del desarrollo económico. El IFNB se enfoca en el desarrollo sostenible, a diferencia del PIB y del PNN, el IFNB en el cálculo intervienen variables del bienestar como: la calidad de vida, educación, cultura, y la preservación del ambiente (Rinzin et al., 2007; Ura et al., 2022; Richardson, 2023). El cálculo del IFNB de carácter holístico se fundamenta en 4 pilares: político, económico, cultural y medioambiental; estos a su vez se basan en nueve mediciones: bienestar psicológico, uso del tiempo, vitalidad comunitaria, cultura, salud, educación, medioambiente, nivel de vida y buena gobernanza. A partir de estos pilares, se construyen indicadores específicos que se ponderan para obtener el indicador final (Verma, 2017; Kamei et al., 2021). El IFNB utiliza las siguientes variables como se muestra en la Tabla 2:

Tabla 2. Variables consideradas en el IFNB

Variables económicas	Variables sociales	Variables ambientales
Producto Interno Bruto per cápita	Salud y esperanza de vida	Sostenibilidad ambiental
Inflación	Educación	Gestión de los recursos naturales
Desigualdad de ingresos	Participación cívica y política	Calidad del aire y del agua
Desempleo	Cultura y tradiciones	Biodiversidad
Participación en la economía informal	Relaciones sociales	Cambio climático
Contribución del sector informal		

Notas: Adaptado de Helliwell et al. (2017); Lepeley (2017); Pennock y Ura (2011); Tideman (2016); Ura et al. (2022)

Las variables utilizadas para calcular el IFNB según Pennock y Ura (2011), a menudo son específicas según el contexto y pueden variar de acuerdo con el país o la región en la que es medido el indicador. Se ha identificado nueve dominios que se utilizan para cuantificarlo: 1) Bienestar psicológico, 2) Salud, 3) Uso de tiempo, 4) Educación, 5) Diversidad y resistencia cultural, 6) Buen gobierno, 7) Vitalidad de la comunidad, 8) Diversidad y resistencia ecológica, y 9) Niveles de vida. Según Olivier et al. (2018) la estructura del indicador tendría el cálculo que se muestra en la Ecuación 2:

$$E(Y = 1) = \frac{1}{1 + e^{-X\beta}} \quad (2)$$

Donde:

Be = Bienestar experimentado. EdV = Esperanza de Vida. IHE = Índice Huella Ecológica. La variable Be se centra en cómo las personas perciben su propia calidad de vida, mientras que la variable EdV hace referencia a la cantidad promedio de años que se espera que viva una persona. Estudios recientes sobre la felicidad, muestran que la variable ingreso tiene una correlación débil con respecto al resultado de la felicidad, especialmente en una perspectiva social (Ng, 2007). El estudio realizado en Bután en el año 2018 destaca la importancia de medir la localización y la sostenibilidad de manera consistente en todo el mundo, siguiendo principios globales, pero con ajustes culturales, para obtener resultados más confiables y comparables Olivier et al. (2018).

### 4.1.3 | Índice de la Huella Ecológica (IHE)

El concepto de huella ecológica establecido por primera vez en 1996, ha sido mencionado por una amplia gama de investigadores y organizaciones en todo el mundo. Las actividades humanas ejercen demandas sobre la capacidad del planeta, como la producción de alimentos, la construcción de viviendas, el transporte, o el consumo de bienes y servicios, la contabilidad de la huella ecológica puede medir en qué medida las demandas humanas sobre el planeta superan la capacidad para satisfacer dichas demandas Bazan (1997), Wackernagel y Kitzes (2008).

El IHE es un indicador que permite cuantificar el impacto de las actividades humanas en el ambiente, mide la cantidad de tierra y agua necesarios para la producción de bienes y servicios que son consumidos por una población, así como la capacidad del planeta para absorber los residuos generados, también conocida como biocapacidad que se expresa generalmente en hectáreas globales. Si

la demanda de recursos por parte de los seres humanos, es mayor a la biocapacidad, las consecuencias pueden ser la degradación de la capacidad de producción de la tierra, acumulación de residuos y de gases de efecto invernadero, y agotamiento de los recursos (Ahmed et al., 2019; Silalertruksa y Gheewala, 2019; Washington, 2015; Lillywhite, 2010). Estos efectos adversos en el planeta, se pueden agravar por la gran cantidad de energía no renovable utilizada por las sociedades a nivel mundial (Javed et al., 2023).

El IHE puede medirse en varias escalas, local, regional, nacional o global, e incluye la provisión real de recursos naturales, el espacio biológicamente productivo necesario para acomodar el asentamiento humano, y la productividad biológica necesaria para absorber los residuos en forma de emisiones de dióxido de carbono (Murthy et al., 2023). Para el IHE, (Bazan, 1997; Wackernagel et al., 2002; Wackernagel y Kitzes, 2008) explicaron que se deberían tomar en cuenta 2 factores clave: 1) La biocapacidad del planeta y 2) La actividad humana y su impacto.

Para el indicador IHE se identificaron las siguientes variables que se indican en la Tabla 3

Tabla 3. Variables consideradas en el IHE

Variables
Biocapacidad del planeta
Actividad humana y su impacto
Consumo de energía
Uso del agua
Alimentación
Transporte
Residuos
Uso de tierra

Notas: Adaptado de Helliwell et al. (2017); Lepeley (2017); Pennock y Ura (2011); Tideman (2016); Ura et al. (2022)

Las variables consideradas para el cálculo del IHE se presentan en tres pilares principales de los cuales las variables de la Tabla 3 son desagregadas en:

1) Área bio-productiva (la tierra necesaria para cultivar la mercancía).

- 2) Flujos de materiales (los recursos físicos necesarios para cultivar o producir) y
- 3) Flujos de energía (la energía necesaria para cultivar/producir – directa e indirecta).

Un número creciente de estudios ambientales han utilizado la huella ecológica para estimar las consecuencias de la demanda humana en más de 147 países del mundo debido a su naturaleza integral y su capacidad para capturar el impacto directo e indirecto de la producción y el consumo.

Según datos proporcionados por Global Footprint Network, el indicador en promedio mundial en el año 2018 fue de 2,77 hectáreas globales por persona y el número de planetas que necesitábamos como humanidad era de 1,75. Lo que resultó en un déficit ecológico insostenible para ese año, superando la biocapacidad del planeta en un 75 %. (Ahmed et al., 2019).

#### 4.1.4 | El PIB Verde

A partir de las críticas que se han realizado a la medición del PIB, se ha planteado la posibilidad de lograr un PIB Verde que refleje mejor la sostenibilidad a largo plazo y la calidad de vida real de la población. Para fomentar esta transición hacia el PIB verde Xu et al. (2010) propusieron un enfoque basado en servicios ecológicos para su cuantificación, que considera los beneficios que los ecosistemas brindan a las sociedades humanas, como el aire y agua limpias, la

conservación del suelo y la biodiversidad.

El método de cálculo del PIB tradicional no cuantifica los costos ambientales del crecimiento económico, especialmente los costos asociados con el consumo de energía. Sin embargo, el PIB Verde intenta abordar este problema incorporando consideraciones ecológicas, esto incluye el reconocimiento del papel del consumo de energía en el desarrollo económico. De esta manera, el PIB Verde puede verse como una herramienta para promover un crecimiento económico sostenible mientras se minimiza el impacto negativo en el ambiente (Rabnawaz y YuSheng, 2020).

Este índice nace como una propuesta de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) para conocer qué tan respetuosa es una nación con el uso de sus recursos naturales. Es decir, sin que exista una sobreexplotación de sus recursos naturales y sin que se extienda la pobreza, un crecimiento económico no tiene una relación directa con el PIB Verde, es decir una nación puede crecer, pero eso no se traduce en una menor sobreexplotación de sus recursos naturales, de hecho, en la mayoría de los casos es justo lo contrario. El concepto de PIB Verde fue propuesto por primera vez en la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro en 1992, como una manera de medir el crecimiento económico de manera sostenible. Desde entonces, se han desarrollado diferentes metodologías para su cálculo y se ha promovido su uso en la toma de decisiones económicas y políticas por la ONU (Hoff et al., 2021).

En la Tabla 4 muestra las variables consideradas para el cálculo del PIB Verde:

Tabla 4. Variables consideradas en el PIB verde

VARIABLES ECONÓMICAS	VARIABLES SOCIALES	VARIABLES AMBIENTALES
Producción de bienes y servicios	Empleo	Contaminación
Renta generada por sectores económicos	Acceso a servicios básicos	Degradación ambiental
Consumo final privado	Nivel de desigualdad	Costos de adaptación
Gasto público	Educación/Salud	Costos de deforestación
Exportaciones e importaciones		

Notas: Adaptado de Boyd (2007); Hoff et al. (2021); Kubiszewski et al. (2013); Li y Fang (2014); Stjepanovic et al. (2022); Xu et al. (2010)

Estas variables multidimensionales buscan medir los costos y beneficios ambientales asociados a la actividad económica, con el objetivo de tener una visión más amplia de los efectos sobre el ambiente y medir la sostenibilidad a largo plazo (Boyd, 2007). Adicionalmente, se incluye la producción generada por sectores tradicionales como la agricultura, así como sectores considerados verdes de producción y servicios con menos impacto ambiental. A partir de este valor se restan los costos y las pérdidas relacionados con el ambiente. Ma et al. (2020) estructuraron la siguiente ecuación 3:

$$IPG_t = PIB_{verde} = (PIB - CdC - CdE) + VrE \quad (3)$$

En donde:

PIB = Producto Interno Bruto. CdC = Costos de Daño por Contaminación. CdE = Costos de Degradación Ecológica. VrE = Valor de

Regulación de Ecosistema.

En la variable CdC los autores toman como punto de partida a los 3 ejes principales para el cálculo: contaminación del aire, contaminación de aguas, uso de tierras por residuos sólidos. En la variable CdE son tomados en cuenta factores reguladores de ecosistemas para los bosques, pastizales y humedales. En la variable VrE los factores principales son la regulación atmosférica y la captura de carbono junto con la purificación de aguas de los ecosistemas.

En 2016, según el estudio de Ma et al. (2020) el PIB Verde de China fue de 126.6 billones de RMB, 1.6 veces el PIB, de los cuales el costo por daño de la contaminación fue de 2.1 billones de RMB, el costo por degradación ecológica fue de 0.69 billones de RMB y el valor de los servicios de regulación del ecosistema fue de 51.4 billones de RMB. Los servicios de regulación del clima fueron los más importantes en los servicios de regulación del ecosistema de China, seguidos de la regulación del flujo de agua, las emisiones de carbono/oxígeno y la retención y cuidado del suelo.

### 4.1.5 | El Producto Nacional Neto Ajustado Ambientalmente (PNNAA)

Es un indicador económico/ambiental que mide el ingreso neto de un país en un año determinado, teniendo en cuenta no solo costos económicos, sino también costos ambientales asociados con la producción económica. Se calcula restando del PIB los costos ambientales, como la contaminación y la deforestación, además, integra el valor económico de los activos ambientales como los bosques, ríos y ecosistemas (Arias, 2006). Para Rodríguez y Carosini, 2018 un PNNAA ajustado hacia una productividad sostenible puede ser manejado como una política de Estado.

El PNNAA es una alternativa a la medición del desarrollo sos-

tenible, así lo explicó Hanley et al. (1996) enfatizando que el indicador será cuantificado correctamente siempre y cuando todos los elementos del PNN estén correctamente valorados, y cuando la depreciación del capital natural se encuentre bien definida, de esta forma, una economía es sostenible si el PNNAA no va en descenso.

Para incluir en el cálculo del PNNAA, la medición de variables ambientales en términos monetarios puede ser difícil debido a la falta de datos y la complejidad de los sistemas ambientales. Por lo tanto, el cálculo del PNNAA puede ser un proceso complicado y requiere la colaboración de expertos en economía y ambiente. (Arias, 2006; Doroni, 2021).

Para el caso del PNNAA, las variables incluidas se muestran en la Tabla 5:

Tabla 5. Variables consideradas en el PNNAA

Variables económicas	Variables sociales	Variables ambientales
Producción de bienes y servicios	Empleo verde	Agotamiento de recursos naturales
Renta generada por sectores económicos	Desigualdades sociales y ambientales	Degradación del suelo
Consumo final privado	Calidad de vida y bienestar	Contaminación atmosférica
Exportaciones e importaciones	Sostenibilidad	Contaminación del agua
Depreciación de activos fijos		Pérdida de la biodiversidad Emisiones de gases de efecto invernadero

Notas: Adaptado de Arias (2006); Giang et al. (2020); Hanley et al. (1996)

Según Isa et al. (2005), en México se desarrolló una estimación del PNNAA. En este estudio realizado por la CEPAL en el año 2005 para los años 1996-2001, la transición del PIB al PNNAA, es notable si se consideran variables como la depreciación de capital construido que, en el estudio alcanza el 10.1% del total del PIB, mientras que, si se suma a esta variable el impacto ambiental siendo este 10.6% se llega a contar con un total de 20.7% de inexactitud en relación al PIB. Esto quiere decir que el PIB se encuentra medido de manera monetaria en tal solo un 79.3% en el caso mexicano, y las mediciones ambientales representan más del 20% del indicador erróneamente medido.

## 5 | DISCUSIÓN

El desarrollo sostenible es un tema central de la agenda mundial del siglo XXI. La noción de adaptación de variables ambientales en el PIB y PNN es empleada de manera conceptual en distintas áreas del conocimiento. El nuevo paradigma se debate en foros internacionales y se busca implementar cálculos más reales y aproximados a la realidad (López y Cattaneo, 2013). Según Arias, (2006) existen muchas propuestas para medir la sostenibilidad, pero lamentablemente estos cálculos llegan a tener mediciones imprecisas ya que existe una inexactitud por delimitaciones regionales o simplemente no existe una escala geográfica bien definida para el cálculo de los indicadores ambientales.

A pesar de que exista trabajo teórico sobre estándares de calidad de variables que involucren los indicadores ecológicos, en la práctica, los investigadores no pueden estar seguros de qué tan ade-

cuadamente los indicadores cuantifican los fenómenos ambientales (Hák et al., 2016). Sin embargo, ignorar estas variables debido a las dificultades de cálculo, podría ser más perjudicial que intentar estimar estas variables. Debido a la falta de información y datos, no se ha podido llegar a estandarizar un cálculo preciso para mostrar un resultado real de la medición del bienestar o desarrollo sostenible. (Isa et al., 2005). Se espera que se realicen mejoras en la investigación científica, que se genere una lista de criterios de selección y de metodologías precisas para el cálculo de los indicadores ecológicos y que organizaciones internacionales asuman el desafío de realizar estimaciones más adecuadas sobre las variables consideradas (Ng, 2007; Quiroga, 2001; Fox y Erickson, 2020).

Al analizar los indicadores estudiados, se puede decir que, si bien algunos analistas cuestionan la capacidad del IPG para medir el bienestar sostenible o llegan a tener objeciones sobre su solidez metodológica, el estudio del IPG ha llevado a que gobiernos y organizaciones no gubernamentales de todo el mundo, lo utilicen como herramienta para promover políticas sostenibles y para demostrar la falacia de depender del PIB como una medida de bienestar sólida. Algunos expertos consideran al IFNB como un intento conceptual y abstracto de capturar variables importantes en una dimensión ecológica/social, sin embargo, rara vez se ven reflejadas en los indicadores ambientales pues, la percepción de que son difíciles de cuantificar se encuentra latente en la mayoría de estudios realizados (Olivier et al., 2018).

De la misma manera, el PIB Verde, es un indicador con una adaptación ambiental y estimación relativamente compleja de sus variables, en el que los servicios de regulación del ecosistema, los costos de degradación ecológica y contaminación no se ven unificados bajo el mismo sistema de medición; igualmente la metodología



de cálculo y la estimación del indicador son bastante variados entre países, lo que provoca diversos resultados, de esta manera el PIB Verde dependerá de las condiciones de la región en la que sea medido al igual que el número de variables del cálculo (Ma et al., 2020).

Los objetivos de los indicadores ecológicos correctamente estructurados deberán cumplir con criterios como lo explican Maxwell et al. (2015) y estos deben ser específicos, medibles, alcanzables, relevantes y con mediciones razonables en tiempo, así los indicadores ecológicos deben seguir todas las reglas de la ciencia sólida y respaldada, confirmada por múltiples estudios.

Sin embargo, se necesita una amplia asistencia de expertos y científicos para desarrollar y/o aplicar enfoques adecuados para fortalecer el carácter relevante de las variables de los indicadores ecológicos; se necesitan iniciativas de investigación que permitan ampliar la estandarización de cálculo de los indicadores ecológicos enfocándose en proporcionar soluciones para la dificultad cuantificación de las variables. (Griggs et al., 2013; Sachs, 2012).

Organizaciones internacionales reconocidas como Global Footprint Network (GFN), ya son criticadas por su inexactitud en el cálculo, esta organización fundada por Mathis Wackernagel en el 2003 que, junto con William Rees, introdujeron y establecieron el concepto de huella ecológica, ha publicado 13 ediciones de las cuentas nacionales del indicador y algunas mediciones estimando la biocapacidad del planeta; una gran base de datos que contiene tendencias del indicador y mediciones de la biocapacidad de países de todo el mundo, sin embargo, estas estimaciones son cuestionadas por la inexactitud y falta de estandarización de su cálculo (Amprazis et al., 2023).

## 6 | CONCLUSIONES

Tradicionalmente, se pensaba que un aumento en el crecimiento económico era la solución a muchos de los problemas como pobreza o desempleo, sin embargo, nuevas corrientes como la economía ecológica buscan integrar aspectos ambientales de los que depende la sociedad para desarrollarse. Esta nueva perspectiva incorpora un análisis más completo incluyendo elementos que la teoría económica clásica no había considerado.

A través de la revisión de literatura, se pudo determinar que existen varias propuestas de autores reconocidos que han sido expuestas en esta investigación que, por más atractivas que se presenten, no llegan a tener el suficiente respaldo científico o el peso cuantitativo necesario como para que los países lleguen a adaptar estas mediciones en sus cuentas nacionales; estas propuestas teóricas son estimaciones criticadas por sus diferentes enfoques y metodologías, por lo que dificulta la evaluación correcta del desempeño de sus variables y de los indicadores ambientales. Los resultados de los indicadores ambientales dependerán del país en el que se realice la medición, por la variabilidad climática, las condiciones geográficas, y el nivel de regulaciones que los países mantengan con sus políticas ambientales/económicas, pudiendo ser un desafío llegar a estandarizar un cálculo de los indicadores que se adapte a cada realidad.

Una importante limitación de este estudio, fue las escasas y actuales publicaciones con enfoques cuantitativos pues, la mayoría de los artículos analizados utilizan herramientas teóricas que intentan llegar a construir estos nuevos indicadores sostenibles. Enfrentar estos retos requerirá de la colaboración de diferentes partes interesadas, así como el compromiso de las organizaciones internacionales para mejorar el rendimiento y estandarización de los cálculos ambientales y contribuir a la sostenibilidad global.

Después del análisis de la investigación bibliográfica, se pudo concluir que, el IPG es el indicador que a lo largo del tiempo se ha venido desarrollando continuamente, y en comparación con los otros

indicadores; el IPG, considera la mayor cantidad de variables tanto ambientales como sociales enfocándose en un crecimiento económico sostenible y bienestar de un país.

Para avanzar hacia un futuro en el que la prosperidad económica esté en armonía con la preservación del ambiente, es necesario reconocer que la economía y el ambiente son interdependientes, y que el bienestar humano está ligado a la calidad de vida y a la integridad de los ecosistemas. La potenciación de indicadores macroeconómicos sostenibles permitirá, desde una visión holística la toma correcta de decisiones políticas y económicas, la recomendación sugerida para que la dimensión ambiental vaya de la mano del enfoque económico es que cada región y país se encarguen de medir específicamente sus variables ambientales y sociales, y que a nivel nacional se recojan datos que sean necesarios para reflejar una realidad ambiental y económica, así, los actuales indicadores económicos como el PIB y el PNN puedan llegar a estructurarse con variables ambientales en un cálculo más preciso que refleje la realidad de un crecimiento económico sostenible y responsable. A través de la continua investigación y desarrollo metodológico se avanzará hacia una comprensión más completa de los desafíos ambientales y su integración en el sistema económico.

## Referencias bibliográficas

- [1] Abarca-Valverde, P., Meza-Picado, V., & Méndez-Gamboa, J. (2020). Evaluación de tratamientos silviculturales en la sostenibilidad de bosques tropicales en la Región Huetar Norte, Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 54(1), 140-166. <https://doi.org/10.15359/rca.54-1-8>
- [2] Ahmed, Z., Wang, Z., Mahmood, F., Hafeez, M., & Ali, N. (2019). Does globalization increase the ecological footprint? Empirical evidence from Malaysia. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(18), 18565-18582. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05224-9>
- [3] Amprazis, A., Galanis, N., Malandrakis, G., Panaras, G., Papadopoulou, P., & Galli, A. (2023). The Ecological Footprint of Greek Citizens: Main Drivers of Consumption and Influencing Factors. *Sustainability*, 15(2), 1377. <https://doi.org/10.3390/su15021377>
- [4] Anielski, M. (2007). The economics of happiness: Building genuine wealth. En *The economics of happiness: Building genuine wealth*. New Society Publishers.
- [5] Arias, F. (2006). Desarrollo sostenible y sus indicadores. *Sociedad y economía*, 11, 200-229. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99616177008>
- [6] Bazan, G. (1997). Our Ecological Footprint: reducing human impact on the earth. *Electronic Green Journal*, 1(7). <https://doi.org/10.5070/G31710273>
- [7] Blanco, A. (2010). De las cuentas nacionales a la riqueza de las naciones. Una hoja de ruta para la economía del Siglo XXI. *Revista Galega de Economía*, 19(1), 1-11 <https://www.redalyc.org/pdf/391/39113124011.pdf>

- [8] Boyd, J. (2007). Nonmarket benefits of nature: What should be counted in green GDP? *Ecological Economics*, 61(4), 716-723. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.06.016>
- [9] Bravo, F., Zorogastúa, P., & Pinedo, R. (2020). Índice de sustentabilidad ambiental de unidades de producción de maíz amarillo en sistemas agrícolas del valle de Pativilca, Lima, Perú. *Idesia (Arica)*, 38(4), 117-125. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292020000400117>
- [10] Brown, C., & Lazarus, E. (2018). Genuine Progress Indicator for California: 2010–2014. *Ecological Indicators*, 93, 1143-1151. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.05.072>
- [11] Busch, T., & Hoffmann, V. (2009). Ecology-Driven Real Options: An Investment Framework for Incorporating Uncertainties in the Context of the Natural Environment. *Journal of Business Ethics*, 90(2).
- [12] Caro-Ramírez, E. (2016). Economía Ecológica. Paradigmas de la economía. *Persona y Bioética*, 20(2), 175-191. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83248831005>
- [13] Cely, E., Gutiérrez, J., & Mejía, C. (2014). Internalización de costos ambientales como instrumento de gestión ambiental en las organizaciones. *Gestión y Sociedad*, 7(2). <https://ciencia.lasalle.edu.co/gs/vol7/iss2/3>
- [14] Costanza, R. (2019). Thematic Essay Science, Uncertainty, and Society: Getting Beyond the Argument Culture to Shared Visions. *Ecology, Economy and Society-the INSEE Journal*, 2(2), 9-20.
- [15] Costanza, R., Erickson, J., Fligger, K., Adams, A., Adams, C., Altschuler, B., Balter, S., Fisher, B., Hike, J., Kelly, J., Kerr, T., McCauley, M., Montone, K., Rauch, M., Schmiedeskamp, K., Saxton, D., Sparacino, L., Tusinski, W., & Williams, L. (2004). Estimates of the Genuine Progress Indicator (GPI) for Vermont, Chittenden County and Burlington, from 1950 to 2000. *Ecological Economics*, 51(1-2), 139-155. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.04.009>
- [16] Cuadra, D., Véliz, D., Sandoval, J., & Castro, P. (2017). Aportes a la economía ecológica: una revisión de estudios latinoamericanos sobre subjetividades medioambientales. *Psicoperspectivas. Individuo y Sociedad*, 16(2). <https://doi.org/10.5027/psicoperspectivas-Vol16-Issue2-fulltext-970>
- [17] Daly, (2007). Advances in Ecological Economics. En *Ecological Economics and Sustainable Development Selected essays of Herman Daly*.
- [18] Daly, H. (2009). Incorporating Values in a Bottom-Line Ecological Economy. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 29(5), 349-357. <https://doi.org/10.1177/0270467609342702>
- [19] D'Amato, D., & Korhonen, J. (2021). Integrating the green economy, circular economy and bioeconomy in a strategic sustainability framework. *Ecological Economics*, 188, 107143. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107143>
- [20] Dasgupta, P., Managi, S., & Kumar, P. (2022). The inclusive wealth index and sustainable development goals. *Sustainability Science*, 17(3), 899-903. <https://doi.org/10.1007/s11625-021-00915-0>
- [21] De Groot, R., Brander, L., van der Ploeg, S., Costanza, R., Bernard, F., Braat, L., Christie, M., Crossman, N., Ghermandi, A., Hein, L., Hussain, S., Kumar, P., McVittie, A., Portela, R., Rodríguez, L., ten Brink, P., & van Beukering, P. (2012). Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem Services*, 1(1), 50-61. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.07.005>
- [22] Demaria, F., D'Alisa, G., & Kallis, G. (2015). *DEGROWTH: A Vocabulary for a New Era (E-BOOK)*.
- [23] Droni, G. (2021). Costos ambientales-sociales en el marco de la mercantilización de los recursos naturales. *Contextos de vulnerabilidad social-ambiental. Derecho Global. Estudios sobre Derecho y Justicia*, 6(17), 77-106. <https://doi.org/10.32870/dgedj.v6i17.356>
- [24] Figueroa, E., & Calfucura, E. (2002). Depreciación del capital natural, ingreso y crecimiento sostenible: lecciones de la experiencia chilena (Vol. 138, p. 32). Banco Central de Chile. <http://www.bcentral.cl/Estudios/DTBC/doctrab.htm>.
- [25] Fiszbein, A., Schady, N., Ferreira, F., Grosh, M., Keleher, N., Olineto, P., & Skoufias, E. (2009). Conditional Cash Transfers: Reducing Present and Future Poverty. *Conditional Cash Transfers*. <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-7352-1>
- [26] Fox, M., & Erickson, J. (2020). Design and meaning of the genuine progress indicator: A statistical analysis of the U.S. fifty-state model. *Ecological Economics*, 167, 106441. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106441>
- [27] Fuente, M. (2008). La economía ecológica: ¿un paradigma para abordar la sustentabilidad? *Argumentos*, 21(56), 75-99. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=59505605>
- [28] Giang, N., Binh, T., Thuy, L., Ha, D., & Loan, C. (2020). Environmental accounting for sustainable development: An empirical study in Vietnam. *Management Science Letters*, 1613-1622. <https://doi.org/10.5267/j.msl.2019.12.005>

- [29] González, B., Véliz, R., & Reyes, A. (2022). Crecimiento verde y digitalización de la economía: CJ Group como paradigma de desarrollo sostenible a la coreana. México y la Cuenca del Pacífico, 11(32), 133-157. <https://doi.org/10.32870/mycp.v11i32.792>
- [30] Griggs, D., Stafford-Smith, M., Gaffney, O., Rockström, J., Öhman, M. C., Shyamsundar, P., Steffen, W., Glaser, G., Kanie, N., & Noble, I. (2013). Sustainable development goals for people and planet. *Nature*, 495(7441), 305-307. <https://doi.org/10.1038/495305a>
- [31] Grupo de Economía Ecológica de México. (2008). *Frontiers in Ecological Economic. Theory and Application. Argumentos*, 21, 173-179. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=59505609>
- [32] Hák, T., Janoušková, S., & Moldan, B. (2016). Sustainable Development Goals: A need for relevant indicators. *Ecological Indicators*, 60, 565-573. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.08.003>
- [33] Hanley, N., Shogren, J., & White, B. (1996). *Environmental Economics in Theory and Practice*. Macmillan Education UK. <https://doi.org/10.1007/978-1-349-24851-3>
- [34] Hardt, L., & O'Neill, D. (2017). Ecological Macroeconomic Models: Assessing Current Developments. *Ecological Economics*, 134, 198-211. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.12.027>
- [35] Helliwell, J., Layard, R., & Sachs, J. (2017). *World Happiness Report 2017*.
- [36] Hoff, J., Rasmussen, M., & Sørensen, P. (2021). Barriers and opportunities in developing and implementing a Green GDP. *Ecological Economics*, 181, 106905. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106905>
- [37] Hopkinson, P., Zils, M., Hawkins, P., & Roper, S. (2018). Managing a Complex Global Circular Economy Business Model: Opportunities and Challenges. *California Management Review*, 60(3), 71-94. <https://doi.org/10.1177/0008125618764692>
- [38] Isa, F., Ortúzar, M., & Quiroga, R. (2005). *Cuentas ambientales: conceptos, metodologías y avances en los países de América Latina y el Caribe*. CEPAL.
- [39] Jackson, T. (2016). *Prosperity without Growth*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315677453>
- [40] Javed, A., Rapposelli, A., Khan, F., & Javed, A. (2023). The impact of green technology innovation, environmental taxes, and renewable energy consumption on ecological footprint in Italy: Fresh evidence from novel dynamic ARDL simulations. *Technological Forecasting and Social Change*, 191, 122534. <https://doi.org/10.1016/J.TECHFORE.2023.122534>
- [41] Kallis, G. (2011). The degrowth proposal, S. Latouche, *Farewell to Growth*, Polity Press (2009). *Ecological Economics*, 70(5), 1016-1017. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLECON.2010.09.026>
- [42] Kamei, M., Wangmo, T., Leibowicz, B., & Nishioka, S. (2021). Urbanization, carbon neutrality, and Gross National Happiness: Sustainable development pathways for Bhutan. *Cities*, 111, 102972. <https://doi.org/10.1016/J.CITIES.2020.102972>
- [43] Karatopouzis, A., Voinov, A., Kubiszewski, I., Taghikhah, F., Costanza, R., & Kenny, D. (2022). Estimating the Genuine Progress Indicator before and during the COVID pandemic in Australia. *Ecological Indicators*, 141, 109025. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2022.109025>
- [44] Kubiszewski, I., Costanza, R., Franco, C., Lawn, P., Talberth, J., Jackson, T., & Aylmer, C. (2013). Beyond GDP: Measuring and achieving global genuine progress. *Ecological Economics*, 93, 57-68. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.04.019>
- [45] Lachaud, M., & Maldonado, J. (2011). Aproximación al cálculo del crecimiento real de Colombia: aportes metodológicos para la inclusión en las cuentas nacionales de los impactos del agotamiento del carbón y del gas natural. *Revista de Economía del Rosario*, 14(1), 1-29. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=509555123001>
- [46] Lange, G., Hassan, R., & Alfieri, A. (2003). Using environmental accounts to promote sustainable development: Experience in southern Africa. *Natural Resources Forum*, 27, 19-31. <https://doi.org/10.1111/1477-8947.00037>
- [47] Leach, A. (2009). The welfare implications of climate change policy. *Journal of Environmental Economics and Management*, 57(2), 151-165. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2007.11.006>
- [48] Lepeley, M. (2017). Bhutan's Gross National Happiness: An Approach to Human Centred Sustainable Development. *South Asian Journal of Human Resources Management*, 4(2), 174-184. <https://doi.org/10.1177/2322093717731634>
- [49] Li, G., & Fang, C. (2014). Global mapping and estimation of ecosystem services values and gross domestic product: A spatially explicit integration of national 'green GDP' accounting. *Ecological Indicators*, 46, 293-314. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.05.020>
- [50] Lillywhite, R. (2010). Footprinting methods for assessment of the environmental impacts of food production and processing. *En Environmental Assessment and Management in the Food Industry* (pp. 255-271). Elsevier.

- [51] Lopez, E., & Cattaneo, M. (2013). Los indicadores ambientales como herramientas de la economía. *Ciencia y Tecnología*, 1(13). <https://doi.org/10.18682/cyt.v1i13.111>
- [52] Ma, G., Wang, J., Fang Yu, Weishan Yang, Ning, J., Peng, F., Xia-fei Zhou, Ying Zhou, & Cao, D. (2020). Framework construction and application of China's Gross Economic-Ecological Product accounting. *Journal of Environmental Management*, 264, 109852. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109852>
- [53] Mankiw, G. (2012). Sexta edición.
- [54] Martínez-Alier, J. (2013). The environmentalism of the poor. *Geoforum*, 54, 239-241. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2013.04.019>
- [55] Martínez-Alier, J., Kallis, G., Veuthey, S., Walter, M., & Temper, L. (2010a). Social Metabolism, Ecological Distribution Conflicts, and Valuation Languages. *Ecological Economics*, 70(2), 153-158. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.09.024>
- [56] Martínez-Alier, J., Kallis, G., Veuthey, S., Walter, M., & Temper, L. (2010b). Social metabolism, ecological distribution conflicts, and valuation languages. En *Ecological Economics* (Vol. 70, Número 2, pp. 153-158). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.09.024>
- [57] Maurin, F., & Vergragt, P. (2010). Serge Latouche, Farewell to Growth. *Sustainability: Science, Practice and Policy*, 6(2), 77-80. <https://doi.org/10.1080/15487733.2010.11908056>
- [58] Maxwell, S., Milner-Gulland, E., Jones, J., Knight, A., Bunnefeld, N., Nuno, A., Bal, P., Earle, S., Watson, J., & Rhodes, J. (2015). Being smart about SMART environmental targets. *Science*, 347(6226), 1075-1076. <https://doi.org/10.1126/science.aaa1451>
- [59] Menegaki, A. (2018). The basic, the solid, the site-specific and the full or total index of sustainable economic welfare (ISEW) for Turkey. *Economies*, 6(2). <https://doi.org/10.3390/economies6020024>
- [60] Molina-López, M., & Zaldumbide-Peralvo, D. (2020). Economía circular como modelo económico en el contexto de la ciudad de Manta, Manabí, Ecuador. 593 *Digital Publisher CEIT*, 5-1(5), 117-136. <https://doi.org/10.33386/593dp.2020.5-1.328>
- [61] Muradian, R., & Martínez-Alier, J. (2001). Trade and the environment: from a 'Southern' perspective. *Ecological Economics*, 36(2), 281-297. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(00\)00229-9](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(00)00229-9)
- [62] Murthy, A., Galli, A., Madeira, C., & Moreno Pires, S. (2023). Consumer Attitudes towards Fish and Seafood in Portugal: Opportunities for Footprint Reduction. *Sustainability*, 15(2), 1363. <https://doi.org/10.3390/su15021363>
- [63] Ng, Y. (2007). Environmentally Responsible Happy Nation Index: Towards an Internationally Acceptable National Success Indicator. *Social Indicators Research*, 85(3), 425-446. <https://doi.org/10.1007/s11205-007-9135-1>
- [64] Oblitas, J., Sangay, M., Rojas, E., & Castro, W. (2019). Economía circular en residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXV(4), 196-208. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28062322016>
- [65] Olivier, M., Howard, J., Wilson, B., & Robinson, W. (2018). Correlating Localisation and Sustainability and Exploring the Causality of the Relationship. *Ecological Economics*, 146, 749-765. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.11.035>
- [66] Page, M., McKenzie, J., Bossuyt, P., Boutron, I., Hoffmann, T., Mulrow, C., Shamseer L., Tetzlaff, J., Akl, E., Brennan, S., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J., Hro bjartsson, A., Lalu, M., Li, T., Loder, E., Mayo-Wilson, E., McDonald, S, McGuinness, L., Stewart, L., Thomas, J., Tricco, A., Welch, V., Whiting, P & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Revista Española de Cardiología (English ed.)*, 74(9), 790-799. Doi: 10.1016/j.recesp.2021.06.016
- [67] Panth, P. (2013). Sustainable Development-Measurement and Ranking. *The Indian Economic Journal*, 61(2), 206-226. <https://doi.org/10.1177/0019466220130204>
- [68] Pennock, M., & Ura, K. (2011). Gross national happiness as a framework for health impact assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, 31(1), 61-65. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2010.04.003>
- [69] Quiroga, R. (2001). Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas. *Desarrollo sostenible; Indicadores ambientales*, 106. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/5570>
- [70] Rabnawaz, K., & YuSheng, K. (2020). Effects of Energy Consumption on GDP: New Evidence of 24 Countries on Their Natural Resources and Production of Electricity. *Ekonomika*, 99(1), 26-49. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=692274369002>
- [71] Richardson, J. (2023). How does Gross National Happiness offer an integrated perspective linked with health, economics, and nature? *Journal of Ayurveda and Integrative Medicine*, 14(1), 100601. <https://doi.org/10.1016/J.JAIM.2022.100601>

- [72] Rinzin, C., Vermeulen, W., & Glasbergen, P. (2007). Public perceptions of Bhutan's approach to sustainable development in practice. *Sustainable Development*, 15, 52-68. <https://doi.org/10.1002/sd.293>
- [73] Rodríguez, C., & Carosini, A. (2018). Determining the Gross Domestic Product and Net Organic for agriculture of Paraguay. Period 2005-2007. *Población y Desarrollo*, 24(47), 21-34. [https://doi.org/10.18004/pdfce/2076-054x/2018.024\(47\)021-034](https://doi.org/10.18004/pdfce/2076-054x/2018.024(47)021-034)
- [74] Sachs, J. (2012). From Millennium Development Goals to Sustainable Development Goals. *The Lancet*, 379(9832), 2206-2211. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60685-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60685-0)
- [75] Sialertruksa, T., & Gheewala, S. (2019). Land-Water-Energy Nexus of Biofuels Development in Emerging Economies. En *The Role of Bioenergy in the Bioeconomy* (pp. 379-402). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813056-8.00008-X>
- [76] Stiglitz, J. (2009). Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress. [www.stiglitz-sen-fitoussi.fr](http://www.stiglitz-sen-fitoussi.fr)
- [77] Stjepanovic, S., Tomic, D., & Skare, M. (2022). A new database on Green GDP; 1970-2019: a framework for assessing the green economy. *Oeconomia Copernicana*, 13(4), 949-975. <https://doi.org/10.24136/oc.2022.027>
- [78] Talberth, J., Cobb, C., & Slattery, N. (2007). The Genuine Progress Indicator 2006.
- [79] Tanuro, D. (2012). L'impossible capitalisme vert. *La Découverte Poche / Essais*, n°365.
- [80] Tideman, S. (2016). Gross National Happiness: lessons for sustainability leadership. *South Asian Journal of Global Business Research*, 5(2), 190-213. <https://doi.org/10.1108/SAJGBR-12-2014-0096>
- [81] Ura, K., Fortacz, A., Alkire, S., & Wangdi, K. (2022). Gross National Happiness. *Encyclopedia of Violence, Peace, & Conflict*, 167-184. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820195-4.00302-2>
- [82] Vargas, O., Trujillo, J., & Torres, M. (2017). La economía verde: un cambio ambiental y social necesario en el mundo actual. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 8(2), 175-186. <https://doi.org/10.22490/21456453.2044>
- [83] Verma, R. (2017). Gross National Happiness: meaning, measure and degrowth in a living development alternative. *Journal of Political Ecology*, 24(1). <https://doi.org/10.2458/v24i1.20885>
- [84] Wackernagel, M., & Galli, A. (2007). An overview on ecological footprint and sustainable development: a chat with Mathis Wackernagel. *International Journal of Ecodynamics*, 2(1), 1-9. <https://doi.org/10.2495/ECO-V2-N1-1-9>
- [85] Wackernagel, M., & Kitzes, J. (2008). Ecological Footprint. En *Encyclopedia of Ecology* (pp. 1031-1037). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-008045405-4.00620-0>
- [86] Wackernagel, M., Schulz, N. B., Deumling, D., Linares, A., Jenkins, M., Kapos, V., Monfreda, C., Loh, J., Myers, N., Norgaard, R., & Randers, J. (2002). Tracking the ecological overshoot of the human economy. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(14), 9266-9271. <https://doi.org/10.1073/pnas.142033699>
- [87] Washington, H. (2015). Overshoot. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.09517-8>
- [88] Wironen, M., & Erickson, J. (2020). A critically modern ecological economics for the Anthropocene. *The Anthropocene Review*, 7(1), 62-76. <https://doi.org/10.1177/2053019619884485>
- [89] World Bank. (2010). Environmental Valuation and Greening the National Accounts: Challenges and Initial Practical Steps. Washington, DC. <http://hdl.handle.net/10986/16098>
- [90] Xu, L., Yu, B., & Yue, W. (2010). A method of green GDP accounting based on eco-service and a case study of Wu-yishan, China. *Procedia Environmental Sciences*, 2, 1865-1872. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2010.10.198>



Publicado por **Revista Económica**, este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Internacional Commons Atribución 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visite <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>  
© Autor(es) 2024