

Evaluación de la sostenibilidad de la matriz productiva del Ecuador

Assessment the sustainability of productive matrix of Ecuador


Roberto René Moreno-García^I

 <http://0000-0002-3827-9575>


Katia María Parra-Pérez^I

 <http://0000-0001-9615-997X>


Rugina Elidea-Quiñonez^{II}

 <http://0000-0001-9313-5075>

Mirian Isabel Rivera-López^{II}

 <http://0000-0001-8050-8119>

Luis Velázquez-Contreras^{III}

 <http://0000-0002-3370-7761>

Biagio Fernando-Giannetti^{IV}

 <http://0000-0002-2337-4457>

^I Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba

correo electrónico: rrmg@uo.edu.cu, kparra@uo.edu.cu

^{II} Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas. Esmeraldas, Ecuador.

correo electrónico: rugina.quinonez@hotmail.com, mirian.quininde@gmail.com

^{III} Universidad de Sonora. Sonora, México

correo electrónico: luis_velazquez@industrial.uson.mx

^{IV} Universidad Paulista. Sao Paulo, Brasil.

correo electrónico: biafgian@unip.br

Recibido: 22 de enero del 2020.

Aprobado: 18 de marzo del 2021.

RESUMEN

Para Ecuador, transformar su matriz productiva de un modelo primario exportador a otro de economía diversificada, representa un reto para alcanzar un desarrollo económico en armonía con el medio ambiente y la sociedad, pilares fundamentales del desarrollo sostenible y los 17 objetivos de la agenda 2030 de las Naciones Unidas. El artículo tiene como objetivo evaluar la sostenibilidad de la actual matriz productiva de Ecuador. El uso del modelo insumo producto y la filosofía de la programación meta, como herramientas de gestión sectorial y análisis multicriterio, respectivamente, permitió interpretar la matriz insumo producto nacional del año 2017 y evaluar la sostenibilidad de los 72 sectores que componen la matriz productiva; seleccionar los encadenamientos productivos con mayores y menores niveles de sostenibilidad y proponer políticas públicas que contribuyan a lograr el desarrollo sostenible del país.

Palabras claves: matriz productiva, insumo producto, sostenibilidad, encadenamientos productivos.

ABSTRACT

For Ecuador, transforming its Productive Matrix from an exporting primary model to a diversified economy represents a challenge to achieve economic development in equilibrium with the environment and society, fundamental pillars of sustainable development and the 17 objectives of United Nations Agenda 2030. The objective of this paper is assess the sustainability of Ecuador's current Productive Matrix. The use of Input Output Model and Goals Programming philosophy as sectorial management tools and multi-criteria analysis, respectively, made it possible to interpret the national Input Output Matrix for 2017 and assess the sustainability of the 72 sectors that make up the Production Matrix; select the productive linkages with the highest and lowest levels of sustainability; and propose public policies that contribute to achieving the country's sustainable development.

Keywords: matrix productive, Input Output matrix, sustainability, productive linkages.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad los países de América Latina necesitan perfeccionar y potenciar la eficiencia y eficacia productivas, incrementando el crecimiento y el desarrollo nacional para fomentar fuentes de empleo y obtener beneficios económicos, todo con una relación amigable con el medio ambiente, con la finalidad de lograr el desarrollo sostenible del país, lo que es consistente con los 17 objetivos del desarrollo sostenible de la Agenda 2030 de la Organización de Naciones Unidas.

Un elemento importante en la economía de un país, lo constituye la matriz productiva, que es: "...la forma cómo se organiza una comunidad o sociedad para producir determinados bienes, productos o servicios en un tiempo y precio determinado..." [1].

Entre los componentes más importante de la matriz productiva, lo constituyen los encadenamientos productivos que son secuencias de decisiones de inversión que se originan durante los procesos que caracterizan el desarrollo económico de un país o región [2]. La importancia económica de los encadenamientos productivos radica en los efectos positivos que generan sobre la capacidad para estimular la inversión en pos de la diversificación, el crecimiento y el fortalecimiento productivo de un país [3].

En el caso particular de Ecuador, como la mayoría de los países subdesarrollados, su modelo de desarrollo se basa en su carácter primario exportador o extractivista, ya que es proveedor de materias primas al mercado internacional e importador de bienes y servicios con altos valor agregado y precios, lo que inevitablemente afecta el medio ambiente [4; 5; 6]. Esto unido a la dolarización de su economía y los significativos cambios en los precios internacionales han desequilibrado la balanza de pago, que según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Ecuador en 2019 muestra una igualdad entre las exportaciones y exportaciones de 22 329,4 millones de USD (MMUSD) a precios corrientes. La misma fuente refiere que Ecuador exporta productos primarios por un valor de 17 761,80 MMUSD y productos manufacturados por 1 174,7 MMUSD, lo que representa el 93,80 % del total de las exportaciones en 2017, con una tendencia a mantener esa dinámica [7].

Coincidiendo con Hermosa (2017), el Ecuador, considerado uno de los países más megadiversos del planeta, con distintas alternativas de desarrollo de su matriz productiva, basa su modelo económico en el extractivismo y en políticas que fomentan el consumo a partir del uso intensivo de recursos medioambientales del sector primario con altos contenidos de carbono y la emisión de grandes volúmenes de Dióxido de Carbono (CO₂) y otros gases de efecto invernadero que provoca afectaciones al medio ambiente [8].

La economía extractivista ecuatoriana se basa en explotar tres recursos naturales principales, petróleo, tierra y agua de forma intensiva lo que afecta el medio ambiente y no promueve otro modelo de desarrollo basado en el avance de otros sectores no tradicionales como la industria manufacturera, el turismo, las nuevas tecnologías y la sociedad del conocimiento. Por ello la transformación de la matriz productiva constituye uno de los retos más ambiciosos del país, lo que permitiría al Ecuador superar el actual modelo primario exportador [9].

EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LA MATRIZ PRODUCTIVA DEL ECUADOR

Sobre esta problemática general se basa la pertinencia e importancia de este estudio, cuyo objetivo consiste en evaluar la sostenibilidad de la matriz productiva de Ecuador, para contribuir al desarrollo económico sostenible de ese país.

Un modelo de desarrollo o patrón de acumulación, según Valenzuela (1990) citado por Guillén (2008), es una modalidad del proceso de reproducción del capital que caracteriza el desarrollo de un país o región históricamente determinada. En los países de la "periferia capitalista", como es el caso de los latinoamericanos, los modelos de desarrollo están definidos por dos elementos básicos que caracterizan el subdesarrollo: la "diversidad estructural", es decir, las relaciones que se producen entre "avanzadas" formas de producción, con otras "atrasadas"; y las relaciones en que se fundamentan su vinculación con los centros de la economía mundial [10].

El Modelo Primario Exportador (MPE), característico de los países latinoamericanos, se define como: "...un patrón de acumulación basado en la producción y exportación de materias primas de bajo valor agregado, desde los países periféricos hacia las economías centros o desarrolladas. Esta forma de acumulación de riqueza tiene su "historia natural" en la internacionalización de las relaciones capitalistas de producción y su "naturaleza histórica" en el surgimiento de un sistema colonial impulsado por la producción capitalista moderna..." [11].

El concepto de matriz productiva, fue formalizado y desarrollado por el economista de origen ruso Wassily Leontief, para modelar y analizar las relaciones entre los diferentes sectores de la economía de un país. Desde el punto de vista formal, por su alcance académico, la siguiente definición se tomará como referente teórico:

"La matriz productiva es la forma cómo se organiza una comunidad o sociedad para producir determinados bienes, productos o servicios en un tiempo y precio determinado, esta no se limita únicamente a los procesos estrictamente técnicos o económicos, sino que también tiene la obligación de velar por esos procesos y realizar interacciones entre los distintos actores: sociales, políticos, económicos, culturales, entre otros, que utilizan los recursos que tienen a su disposición para llevar adelante las actividades de índole productivo" [1; 12].

El concepto de encadenamiento productivo fue introducido primeramente por Albert Hirschman en 1958, al sostener que el desarrollo depende además de encontrar combinaciones óptimas de recursos, es decir factores de producción, en incorporar recursos y capacidades que no son evidentes o están mal utilizados. De acuerdo con este autor, los encadenamientos secuencia de decisiones de inversión que tienen lugar durante procesos de industrialización que sirven para movilizar recursos y que caracteriza el desarrollo económico de los países [2].

Es el conjunto de actividades involucradas en el diseño, la producción y la comercialización de un producto o servicio. Se refiere a una amplia interrelación sectorial y/o geográfica de empresas que se desempeñan en las mismas actividades o en actividades estrechamente relacionadas, lo cual está intrínsecamente relacionado con el concepto de cadenas de valor de Porter [12; 13; 14].

Los encadenamientos hacia atrás (*backward linkages*), miden la capacidad de una actividad de provocar o arrastrar al desarrollo de otras, dado que utiliza insumos procedentes de éstas, y hacia delante (*forward linkages*), se producen cuando una actividad ofrece determinado producto, que resulta ser el insumo de otro sector, que a su vez opera como estímulo para un tercer sector, que puede ser un insumo del primer sector, los mismos tienen una extraordinaria vigencia en las economías sectoriales, nacionales e internacionales con un protagonismo importante en las exportaciones [2; 15; 16].

Las políticas públicas tienen un papel determinante en cuanto a propiciar cambios en las estructuras económicas y sociales de un país o territorio. Su aplicación se centra en el poder formal del Estado, basados en el papel de la autoridad pública, de forma que una política pública es el resultado de la acción de alguien investido de poder público [17].

Las políticas públicas conforman la intervención del estado en respuesta a una situación problemática presente en la sociedad. Por lo que se entiende por políticas públicas "...al conjunto de instrumentos a través de los cuales el Estado, luego de identificar una necesidad (económica, política, ambiental, social, cultural, entre otras) en el entorno territorial o nacional, implementa un conjunto de medidas reparadoras..." [18]. Las cuales aplicadas a los entornos sociales han permitidos trazar políticas de empleo en los sectores económicos europeos, evaluar el desempeño de las cadenas de suministros en Chile y evaluar las políticas públicas aplicadas a la estructura productiva

R. MORENO-GARCÍA, K. M. PARRA-PÉREZ, R. ELIDEA-QUIÑONEZ, M I RIVERA-LÓPEZ, L. VELÁZQUEZ-CONTRERAS, B FERNANDO-GIANNETTI

de Brasil usando la Matriz Insumo Producto [12; 19; 20], la cual constituye una efectiva herramienta de evaluación y proyección sectorial.

El modelo de insumo producto o Matriz Insumo Producto (MIP) fue desarrollado por W. Leontief en 1936, que lo aplicó para elaborar la MIP de EUA en 1941 y por el cual recibió el premio nobel de economía en 1973. Desde el punto de vista teórico la MIP se define como:

“Un procedimiento analítico basado en el hecho de que los flujos de bienes y servicios que se dan entre los diferentes elementos que integran una economía son relativamente estables, lo que permite elaborar un cuadro estadístico completo del sistema e integrarlo en el ámbito de la teoría económica” [19].

La MIP es un registro ordenado de las transacciones entre los sectores económicos orientadas a la satisfacción de bienes para la demanda final, así como de bienes intermedios objetos de las transacciones comerciales entre los sectores que conforman la matriz productiva. Muestra la interrelación entre los diversos sectores y los impactos directos e indirectos que tiene sobre estos un incremento en la demanda final [12; 21; 22; 23].

De forma general, las MIP se pueden definir como un conjunto integrado de matrices elaboradas con tecnologías producto, industria o sectores en dependencia del nivel de detalle que se presenta, los cuales deben organizarse en función de determinar tres componentes o tablas básicas:

- a) Tabla de transacciones intersectoriales (x);
- b) Matriz de coeficientes de requerimientos directos o de coeficientes técnicos (A);
- c) Matriz de coeficientes de requerimientos directos e indirectos (B).

Que por medio del álgebra básica, se obtiene la expresión canónica del modelo de Leontief:

$$x = (I - A)^{-1} \cdot y = B \cdot y \quad (1)$$

Donde I es la matriz identidad, la matriz $B \equiv (b)_{ij} = (I - A)^{-1}$ es la matriz de coeficientes de requerimientos directos e indirectos (matriz de Leontief), luego de determinar su diferencia y calculada su inversa, y y la demanda final neta, variable esta, exógena al modelo [24; 25].

Para identificar los encadenamientos productivos y su clasificación en base a los sentidos direccionales (hacia atrás y hacia delante) por sus dinámicas de relación, se usa el cálculo de multiplicadores, que tienen como fundamentos metodológico y práctico la MIP.

Una de las primeras y más usadas metodologías para la clasificación sectorial con base en la MIP, es la propuesta por Chenery y Watanabe en 1958, que plantea que a partir de los valores de los encadenamientos hacia atrás (*backward linkages*) y hacia delante (*forward linkages*) respectivamente por cada sector, calculados a partir de la matriz de coeficientes técnicos A de la expresión 1. Los sectores se clasifican en cuatro grupos: No manufactureras/Destino final, No manufactureras/Destino intermedio, Manufactureras/Destino final, Manufactureras/Destino intermedio [26]. Un equilibrio entre el número de sectores por cada clasificación, evidencia el carácter complementario y diversificado de la matriz productiva de cualquier país, y su desequilibrio hacia los sectores no manufactureros, demuestra su carácter primario exportador [15; 24; 27].

Otra propuesta muy extendida es la metodología de Rasmussen (1963), que es una versión perfeccionada de la anterior propuesta, que además de obtener los efectos directos, consideran también los efectos indirectos y se elabora a partir de la matriz B o inversa de Leontief de la expresión 1. Esta cuantifica los efectos totales (reales e intermedios) de cada sector hacia atrás y hacia delante que puede experimentar una industria en relación con las demás [24; 27].

Además agregan dos conceptos importantes: “Poder de dispersión” y “Sensibilidad de dispersión”, los que resultan de extraordinaria importancia a la hora de caracterizar cualquier economía. Ambos índices permiten clasificar los sectores en cuatro grupos: Independientes, Estratégicos, Impulsores y Claves. En dependencia de esta clasificación se puede corroborar el carácter primario exportador o diverso de la matriz productiva de un país.

En esta investigación se usará la metodología de clasificación del Banco Central de Ecuador, herramienta institucional establecida para evaluar las relaciones intersectoriales, que utiliza la MIP y las metodologías de Chenery y Watanabe (1958) y de Rasmussen (1963) [24; 27]. Que son los fundamentos metodológicos para la siguiente clasificación sectorial: **Sectores Clave:** Son aquellos que se caracterizan por ser fuertes oferentes y demandantes de insumos intermedios por su fuerte arrastre hacia delante y hacia atrás; **Sectores base:** también llamados Estratégicos, son aquellos

EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LA MATRIZ PRODUCTIVA DEL ECUADOR

que se identifican por tener un bajo efecto de arrastre hacia atrás pero un fuerte efecto de arrastre hacia delante; **Sectores Islas:** también llamados independientes son sectores que tienen un efecto de arrastre débil tanto hacia atrás como hacia delante; **Sectores Motores:** se caracterizan por un fuerte arrastre hacia atrás y un bajo efecto de arrastre hacia delante. Son considerados muy importantes porque inducen al crecimiento económico de un país o territorio [28; 29].

Coincidiendo con Schuschny (2015), estas clasificaciones pueden servir de referencia para evaluar el carácter primario exportador o de economía diversificada de la economía de un país, con incidencia directa en la explotación de sus recursos naturales y por tanto en la sostenibilidad de su matriz productiva [28; 31].

El concepto y evaluación de la sostenibilidad tienen su referente teórico más sólido en el concepto de sostenibilidad de la Comisión Brundtland de 1987 como "...el desarrollo que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades...", que básicamente se sustenta en tres axiomas fundamentales sobre los límites de los recursos naturales en relación con los ritmos que se explotan y consumen estos recursos para garantizar el ritmo de desarrollo actual [30; 31].

De lo anterior se interpreta que el desarrollo solo será sostenible si se logra el equilibrio entre los factores expresados en las tres dimensiones ambiental, económica, y social, donde los objetivos de maximizar el beneficio económico, lograr el bienestar social y preservar el medio ambiente, están relacionados de forma que se logre la necesaria proporción cuantitativa y cualitativa, definiciones asumidas como referencias en esta investigación, y consistentes con los 17 objetivos de las Naciones Unidas (ONU) y la Agenda de desarrollo 2030.

El concepto de sostenibilidad tiene, por tanto, una extraordinaria actualidad e importancia para contribuir al cambio de la matriz productiva basado en este paradigma, por lo que necesita evaluarse de manera coherente, afrontando retos desde los puntos de vista conceptual y metodológico, relacionados con su carácter multidimensional y el uso de herramientas de análisis multicriterios e indicadores sintéticos para "medir" la sostenibilidad de forma que contribuya a la toma de decisiones.

Uno de los primeros antecedentes en utilizar la MIP en estudios sobre el medio ambiente fue un modelo regional inter industrial para el análisis de los objetivos de desarrollo. Un elemento fundamental en esta aplicación lo constituye el cálculo de las emisiones de dióxido de Carbono (CO₂), generalmente asociadas al uso de combustibles fósiles, que se componen de las emisiones directas e indirectas asociadas a cada sector y sus relaciones, calculado en base a la demanda total [30; 31].

Importantes estudios han abordado el medio ambiente y las emisiones a partir de la MIP, usando indicadores ambientales, representados en una matriz o vector de polución incorporado al cuadrante tres de la MIP para evaluar el aporte contaminante total de cada sector en correspondencia con la demanda total [30; 31].

Una aplicación en este contexto, sería el uso de la MIP para evaluar la sostenibilidad sectorial, donde se pueden calcular las demandas intermedia y final de productos y los efectos directos e indirectos de emisiones y recursos renovables o no renovables, expresados en un indicador sintético o vector de sostenibilidad que resume de forma cuantitativa, el modo en que los sectores se relacionan con el medio ambiente, la economía y la sociedad, relacionado de forma matricial con la MIP.

II. MÉTODOS

El objetivo de la metodología es evaluar la sostenibilidad de la matriz productiva de Ecuador y proponer políticas públicas que contribuyan al desarrollo sostenible del país. Se usará la filosofía de la Programación Meta (GP, por sus siglas en Inglés) herramienta como multicriterio para evaluar la sostenibilidad, a partir de la Matriz Insumo Producto (MIP) elaborada por el Banco Central de Ecuador (BCE) en 2017. Para su aplicación práctica, se estructura en tres etapas: Diagnóstico y evaluación sectorial, Evaluación de la sostenibilidad y Proyección de mejoras.

La primera etapa, **Diagnóstico y análisis sectorial**, tiene como objetivo el análisis e interpretación de la MIP nacional que se usará como referencia para clasificar los sectores e identificar los encadenamientos productivos y valorar su sostenibilidad.

La segunda etapa, **Evaluación de la sostenibilidad**, incluye el uso de herramientas cuantitativas para evaluar la sostenibilidad de los encadenamientos, a partir de calcular un indicador sintético total

de sostenibilidad (ISS_s) por sector que contiene los efectos directos e indirectos de los indicadores seleccionados asociados a las dimensiones del desarrollo sostenible (ambiental, económica y social). En un escenario de aplicación de la metodología, se pueden establecer prioridades al proponer formular políticas públicas dirigidas a fomentar las prácticas de aquellos encadenamientos productivos más sostenibles e intervenir los menos sostenibles.

En la tercera etapa, **Proyección de mejoras**, se proponen políticas públicas con acciones de mejora que permitan direccionar las acciones de inversión para fomentar los encadenamientos productivos más sostenibles e intervenir aquellos menos sostenibles.

Procedimiento para evaluar la sostenibilidad de los encadenamientos productivos

El uso de la filosofía GP para evaluar la sostenibilidad sectorial, se basa en comparar el desempeño de los indicadores seleccionados con las mejores prácticas (*benchmarking*) del sector, resumidos en un indicador sintético de sostenibilidad (ISS_s). Se fundamenta en aplicaciones para asistir a la toma de decisiones en el manejo forestal sustentable [32; 33], clasificar empresas de tratamiento de agua y residuales y gestión de la calidad del agua potable en entornos rurales [34], para evaluar la sostenibilidad de los países del Mercosur en base a cinco sectores [31]. Se han realizado algunas variaciones en las metodologías a fin de adaptarla a la dinámica e indicadores de la MIP, al contexto de sectores económicos y a las tres dimensiones básicas del desarrollo sostenible.

El indicador sintético total de sostenibilidad (ISS_s) por sector expresa los resultados acorde a la proximidad entre el valor relativo de los indicadores (K) y sus respectivas metas (G_{ij}^+), consistente con el modelo general de la GP.

$$\text{Min } Z = \sum_i N_i^+ + N_i^- + P_i^+ + P_i^- \quad \forall i \in \{1,2, \dots, NI\}$$

Donde N_i^+ , N_i^- , P_i^+ y P_i^- , son las variables de desviación negativas N_i^+ (mientras menor mejor) y positivas P_i^- (mientras mayor mejor) asociadas a los indicadores, respectivamente. Para indicadores positivos (restricciones de tipo \geq), la variable de desviación a minimizar sería $\text{Min } Z = N_i^+$; $ST f(K_i^+) + N_i^+ - P_i^+ \geq G_i^+$; $G_i^+ = G_i^+ - f(K_i^+)$. Para indicadores negativos (restricciones de tipo \leq) la variable de desviación a minimizar sería $\text{Min } Z = P_i^-$; $ST f(K_i^-) + N_i^- - P_i^- \leq G_i^-$; $P_i^- = f(K_i^-) - G_i^-$. Los indicadores positivos (+) son aquellos en los que un desempeño mayor benefician al sector y viceversa, los negativos (-) son aquellos en los que un desempeño menor benefician al sector y viceversa. Las expresiones de calcular las variables de desviación se muestran a continuación.

Para indicadores positivos (+):

$$N_{ij}^+ = \begin{cases} G_{ij}^+ - K_{ij}^+, K_{ij}^+ < G_{ij}^+ \\ 0, K_{ij}^+ \geq G_{ij}^+ \end{cases} \quad \forall i \in \{1,2, \dots, NI\} \forall j \in \{ND = 1,2,3\} \quad (2)$$

$$P_{ij}^+ = \begin{cases} K_{ij}^+ - G_{ij}^+, K_{ij}^+ > G_{ij}^+ \\ 0, K_{ij}^+ \leq G_{ij}^+ \end{cases} \quad \forall i \in \{1,2, \dots, NI\} \forall j \in \{ND = 1,2,3\} \quad (3)$$

Para indicadores negativos (-):

$$P_{ij}^- = \begin{cases} K_{ij}^- - G_{ij}^-, K_{ij}^- > G_{ij}^- \\ 0, K_{ij}^- \leq G_{ij}^- \end{cases} \quad \forall i \in \{1,2, \dots, NI\} \forall j \in \{ND = 1,2,3\} \quad (4)$$

$$N_{ij}^- = \begin{cases} G_{ij}^- - K_{ij}^-, K_{ij}^- < G_{ij}^- \\ 0, K_{ij}^- \geq G_{ij}^- \end{cases} \quad \forall i \in \{1,2, \dots, NI\} \forall j \in \{ND = 1,2,3\} \quad (5)$$

$N_{ij}^\pm, P_{ij}^\pm \geq 0$; $N_{ij}^\pm \cdot P_{ij}^\pm = 0$, donde:

K_{ij}^+, K_{ij}^- : Son los valores de los indicadores expresados en sus respectivas magnitudes.

ND: Dimensiones del desarrollo sostenible (1: Ambiental, 2: Económica, 3: Social)

EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LA MATRIZ PRODUCTIVA DEL ECUADOR

NI: Cantidad de indicadores por dimensión.

$N_{ij}^{+}, N_{ij}^{-}, P_{ij}^{+}, P_{ij}^{-}$: variables de desviación no deseadas asociadas a los indicadores positivos o negativos.

G_{ij}^{+}, G_{ij}^{-} : valores metas para los indicadores positivos o negativos respectivamente.

Los indicadores a usar son seleccionados por criterio de expertos en consideración al concepto de sostenibilidad asumido, distribuidos en las dimensiones del desarrollo sostenible (ambiental, económica y social), y su número puede variar en dependencia de la disponibilidad de datos y profundidad del estudio.

Desde el punto de vista ambiental, se puede evaluar el desempeño de indicadores asociados al vertimiento de desechos tóxicos, residuos contaminantes y emisiones de: Dióxido de Carbono, Metano y Óxidos Nitrosos (CO_2 , CH_4 , NO_x), respectivamente junto a otros gases de efectos invernadero, entre otros indicadores, que se pueden usar en sus magnitudes físicas originales o expresados en función de una unidad de referencia que normaliza su desempeño para poder establecer comparaciones con otros sistemas de características diferentes.

Cálculo de las emisiones totales de CO_2

En este contexto se estimarán las emisiones de CO_2 totales en Kilo toneladas ($Kt CO_2$) por sector, indicador de referencia internacional para evaluar la sostenibilidad de sistemas. Se usaran los valores de las emisiones de efectos totales (directas e indirectas) por actividades de Ecuador para 2013, obtenidos empíricamente por Hermosa (2017) [8], que se relacionarán con las MIP elaboradas por el Banco Central de Ecuador para 2013 y 2017 (BCE, (2013, 2017) [28; 29], siguiendo el siguiente procedimiento:

Dividir las emisiones totales ($Kt CO_2$) entre la Producción de Bienes y Servicios (PBS) (en millones de USD) de la MIP de 2013 para cada sector y obtener un factor de emisión por sector expresado en ($Kton/USD$), según metodología de Alcántara y Roca (1997) [35]. Luego aplicar el factor a la PBS de la MIP de 2017, para obtener las emisiones totales (directas e indirectas) de CO_2 estimadas por cada sector para 2017, a partir de la expresión:

$$ETP_i = \frac{ETN_i}{PBN_i} \cdot PBP_i \quad \forall i \in NS \quad (6)$$

Donde,

ETP_i : Emisión total del período para el i ésimo sector ($Kt CO_2$)

NS : Cantidad de sectores o actividades productivas y de servicios

ETN_i : Emisión total nacional del i ésimo sector ($Kt CO_2$)

PBN_i : Producción de Bienes y Servicios nacional del i ésimo sector (USD)

$\frac{ETN_i}{PBN_i}$: Coeficiente de Emisión del i ésimo sector ($Kt CO_2/USD$)

PBP_i : Producción de Bienes y Servicios del período para el i ésimo sector (USD)

Un procedimiento similar será utilizado para determinar la contribución total (directa e indirecta) de los demás indicadores seleccionados de las dimensiones económica y social.

$$CTKP_i = \frac{CDKP_i}{PBP_i} \cdot DTP_i \quad \forall i \in NS \quad (7)$$

Donde,

$CTKP_i$: Contribución total del indicador para el i ésimo sector (unidad del indicador).

$CDKP_i$: Contribución directa del indicador para el i ésimo sector (unidad del indicador).

PBP_i : Producción de Bienes y Servicios del período del i ésimo sector (USD).

$\frac{CDKP_i}{PBP_i}$: Coeficiente de contribución del indicador para el i ésimo sector (unidad del indicador /USD).

DTP_i : Demanda Total del iésimo sector (USD).

Desde la óptica económica se pueden usar indicadores "endógenos y/o exógenos" a la MIP como Valor Agregado Bruto, Utilidad o Pérdida, en la dimensión social es común usar indicadores como PIB per cápita, Salario por VAB, Cantidad de empleos por VAB entre otros indicadores, los cuales están expresados de forma directa y que necesitan expresarse de forma total, según dinámica de la MIP, lo que se hará por el anterior procedimiento para determinar su contribución o efecto total.

Previo a determinar el indicador sintético de sostenibilidad sectorial, se deben expresar cada uno de los indicadores seleccionados en función del Valor de la PBS, de lo que resulta: Emisión de CO₂/Dólar de PBS, Valor Agregado/ Dólar de PBS, Cantidad de empleos/Dólar de PBS.

Para el indicador Emisión de CO₂ por dólar de PBS indicador de tipo negativo (-), es decir, mientras menor sea, es mejor para el sistema, el valor meta (G_{ij}^-) se calculará como el valor mínimo del indicador sumado a la desviación estándar de los valores del indicador, según expresión:

$$G_{ij}^- = \text{Min}(K_{ij}^-) + \sigma(K_{ij}^-) \quad (8)$$

Para los indicadores Valor Agregado Bruto (VAB) por dólar de PBS y Cantidad de empleo por dólar de PBS, que son indicadores de tipo positivo (+), es decir, mientras mayor sean, mejor es para el sistema. En este estudio, el valor meta (G_{ij}^+) se calculará como el valor medio del indicador sumado a la desviación estándar de los valores del indicador, según expresión:

$$G_{ij}^+ = \bar{K}_{ij}^+ + \sigma(K_{ij}^+) \quad (9)$$

La valores metas (G_{ij}^+ y G_{ij}^-) se pueden obtener de aquellos sectores referencia de buenas prácticas (*benchmarking*) nacionales o internacionales o por cálculos estadísticos [31; 32; 33; 34]. Luego se determinan las variables y parámetros necesarios para calcular las metas de los indicadores y calcular el indicador sintético de sostenibilidad. Los que se determinan a partir del desempeño de las Cuentas Nacionales que son indicadores internos a la MIP, excepto la emisión de CO₂.

Luego se calcula el indicador de sostenibilidad meta (ISG_{ij}^+ y ISG_{ij}^-) a partir de las expresiones 2, 3, 4 y 5, para determinar de forma normalizada la "distancia" entre el desempeño del indicador y la meta establecida.

$$ISG_{ij}^+ = \sum_{ij} \frac{N_{ij}^+}{G_{ii}^+} + \sum_{ij} \frac{P_{ij}^+}{G_{ii}^+} \quad \forall i \in \{1,2, \dots, NI\} \quad \forall j \in \{ND = 1,2,3\} \quad (10)$$

$$\text{El } ISG_{ij}^- = \sum_{ij} \frac{N_{ij}^-}{G_{ii}^-} + \sum_{ij} \frac{P_{ij}^-}{G_{ii}^-} \quad \forall i \in \{1,2, \dots, NI\} \quad \forall j \in \{ND = 1,2,3\} \quad (11)$$

indicador sintético total de sostenibilidad de cada sector (ISS_s), considerando las expresiones 10 y 11 es calculado como la suma de los diferentes indicadores metas de sostenibilidad positivos y negativos):

$$ISS_s = \sum_i \sum_i (ISG_{ii}^+ + ISG_{ii}^-) \quad \forall s \in NS \quad (12)$$

Por la naturaleza de mínimo del modelo GP, se considerará más sostenible aquel sector cuyo valor del ISS_s sea menor. En base a la interpretación de la MIP, ISS_s expresa en forma vectorial el efecto total sobre los indicadores que lo forman. Por lo que se considera que representa la sostenibilidad de los encadenamientos productivos del sector evaluado. En la tabla 1 se muestra la estructura de datos y secuencia de cálculo de ISS_s .

EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LA MATRIZ PRODUCTIVA DEL ECUADOR

Tabla1. Estructura de datos para el cálculo del indicador sintético de sostenibilidad

I Sector e Indicadores										
Ítem	Ind.	Metas	Para indicadores positivos (+)			Para indicadores negativos (-)			Indicador sintético de sostenibilidad	
	K_{ij}	$G_{ij}^{+,-}$	N_{ij}^+	P_{ij}^+	ISG_{ij}^+	P_{ij}^-	N_{ij}^-	ISG_{ij}^-	...	ISS_s
1	$K_{1,1}$	$G_{1,1}^{+,-}$	$N_{1,1}^+$	P_{11}^+	ISG_{11}^+	$P_{1,1}^-$	$N_{1,1}^-$	$ISG_{1,1}^-$...	ISS_1
2	$K_{2,1}$	$G_{2,1}^{+,-}$	$N_{2,1}^+$	P_{21}^+	ISG_{21}^+	$P_{2,1}^-$	$N_{2,1}^-$	$ISG_{2,1}^-$...	ISS_2
3	$K_{3,1}$	$G_{2,1}^{+,-}$	$N_{3,1}^+$	P_{31}^+	ISG_{31}^+	$P_{3,1}^-$	$N_{3,1}^-$	$ISG_{3,1}^-$...	ISS_3
...
NS	$K_{NS,NI}$	$G_{NS,NI}^{+,-}$	$N_{NS,NI}^+$	$P_{NS,NI}^+$	$ISG_{NS,NI}^+$	$P_{NS,NI}^-$	$N_{NS,NI}^-$	$ISG_{NS,NI}^-$		ISS_{NS}

Fuente: Adaptado de Giannetti et al., (2019) [31].

En esta sección se presenta: el diagnóstico y análisis sectorial, interpretación de los resultados de la MIP nacional, la evaluación de la sostenibilidad y se proyectan las mejoras del

Diagnóstico y análisis sectorial, interpretación de los resultados de la MIP nacional

Utilizando la metodología de Chenery y Watanabe (1958) y los datos referenciados en BCE (2017), fueron clasificados los sectores económicos en: Manufactureros/Destino intermedio (8 sectores), Manufactureros/Destino final (21 sectores), No manufactureros/Destino intermedio (15 sectores), No manufactureros/Destino final (26 sectores).

Aplicando la metodología de Rasmussen (1963), se identificaron los sectores con mayores encadenamientos totales hacia atrás: la elaboración de cacao, chocolate y productos de confitería; el procesamiento y conservación de camarón y el procesamiento y conservación de carne, y hacia delante: la actividades profesionales, técnicas y administrativas; el comercio al por mayor y al por menor, incluido comercio de vehículos automotores. A partir de la metodología del Banco Central de Ecuador, 72 actividades económicas fueron clasificadas en: 32 sectores Islas, 23 sectores Motores, ocho sectores Base y nueve sectores Claves.

Evaluación de la sostenibilidad

Para evaluar la sostenibilidad se utilizaron los siguientes indicadores: K_{11}^- Emisión de CO₂ por dólar

de Producción de Bienes y Servicios (PBS) en t CO₂/USD), K_{21}^+ Valor Agregado Bruto (VAB) por dólar de PBS y K_{31}^+ Cantidad de empleos por dólar de PBS, respectivamente, para calcular mediante la filosofía de la GP el indicador sintético de sostenibilidad. La emisión de CO₂ para el 2017, se estimó para los 72 sectores de la MIP. Los ocho sectores seleccionados (los cuatro más y menos sostenibles) se muestran en la tabla 2.

R. MORENO-GARCÍA, K. M. PARRA-PÉREZ, R. ELIDEA-QUIÑONEZ, M I RIVERA-LÓPEZ, L. VELÁZQUEZ-CONTRERAS, B FERNANDO-GIANNETTI

Tabla 2. Emisión total de CO₂ para sectores seleccionados de la matriz productiva de Ecuador en 2017

No de Orden	Sector o actividades económicas (selección)	Emisión total 2013 Kt CO ₂	Producción de Bienes y Servicios 2013 (MUSD)	Coefficient e de emisión sectorial (Kt CO ₂ /USD)	Producción de Bienes y Servicios 2017 (MUSD)	Emisión total 2017 (Kt CO ₂)
64	Actividades profesionales, técnicas y administrativas	148,000	8 549,820	0,0000173	9 270,255	160,471
9	Acuicultura y pesca de camarón	38,000	1 125,131	0,0000338	1 786,327	60,331
36	Producción de madera y de productos de madera	26,000	1 517,714	0,0000171	1 642,062	28,130
39	Fabricación de sustancias químicas básicas, abonos y plásticos primarios	6,000	403,916	0,0000149	474,856	7,054
29	Elaboración de otros productos alimenticios diversos	107,00	663,957	0,0005407	877,389	474,402
2	Cultivo de cereales	60,00	935,941	0,0000182	869,510	15,793
38	Fabricación de productos refinados de petróleo y de otros	7 399,00	3 782,133	0,0009603	3 850,029	3 697,201
51	Generación, captación y distribución de energía eléctrica	6 773,00	2 714,225	0,0015684	3 815,720	5 984,589
...
	Total general	41 829,000	151 470,016		159 862,495	45 662,294

Fuente: Elaborado a partir de valores de emisiones totales de CO₂ de Ecuador, 2013; estimados para 2017 a partir de las MIP nacional (BCE, 2013, 2017) y datos obtenidos por Hermosa (2017) [8; 28; 29].

Los valores metas ($G_{ij}^{+,-}$) de los indicadores K_{ij}^{+} y K_{ij}^{-} calculados según las expresiones 8 y 9, se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Variables y parámetros necesarios para calcular las metas ($G_{ij}^{+,-}$) de los indicadores

Indicador seleccionado	Acrónimo	Unidad	Valor Menor $Min K_{ij}^{-}$	Valor medio $\overline{K_{ij}^{+}}$	Desviación estándar σ	Valor meta $G_{ij}^{+,-}$
Emisión de CO ₂ por dólar de Producción de Bienes y Servicios (PBS)	K_{11}^{-}	t CO ₂ /USD	0,0148		0,2492	0,2640
Valor Agregado Bruto (VAB) por dólar de PBS	K_{21}^{+}	-	-	0,4966	0,2872	0,7838
Cantidad de empleos por dólar de PBS	K_{31}^{+}	-	-	0,0439	0,0578	0,1016

Fuente: Elaborado a partir de valores de emisiones totales de CO₂ de Ecuador, 2013; estimados para 2017 a partir de las MIP nacional (BCE, 2013, 2017) y datos obtenidos por Hermosa (2017) [8; 28; 29].

El cálculo del Indicador de Sostenibilidad Meta ($eISG_{ij}^{-}$) de cada indicador K_{ij}^{+} y K_{ij}^{-} , se muestra en la tabla 4.

EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LA MATRIZ PRODUCTIVA DEL ECUADOR

Tabla 4. Valores totales calculados del Indicador de Sostenibilidad para los sectores seleccionados

No de Orden	Sector o actividades económicas (selección) *	PBS 2017 (MUSD)	ISG_{11}^-	ISG_{21}^+	ISG_{31}^+
64	Actividades profesionales, técnicas y administrativas	9 270,255	0,009	0,340	0,017
9	Acuicultura y pesca de camarón	1 786,327	0,072	0,162	0,154
36	Producción de madera y de productos de madera	1 642,062	0,009	0,179	0,231
39	Fabricación de sustancias químicas básicas, abonos y plásticos primarios	474,856	0,000	0,119	0,322
29	Elaboración de otros productos alimenticios diversos	877,389	1,991	0,304	0,288
2	Cultivo de cereales	869,510	0,013	0,340	3,473
38	Fabricación de productos refinados de petróleo y de otros	3 850,029	3,580	0,263	0,426
51	Generación, captación y distribución de energía eléctrica	3 815,720	5,882	0,162	0,371
...
	Total general	159 862,495			

Fuente: Elaborado a partir de valores de emisiones totales de CO₂ de Ecuador, 2013; estimados para 2017 a partir de las MIP nacional (BCE, 2013, 2017) y datos obtenidos por Hermosa (2017) [8; 28; 29].

Sustituyendo los valores de ISG_{11}^+ y ISG_{11}^- en la expresión 12 se calcula el Indicador Sintético de sostenibilidad (ISS_s) de la tabla 1 para los sectores seleccionados, lo que se muestra de manera compacta en la figura 1.

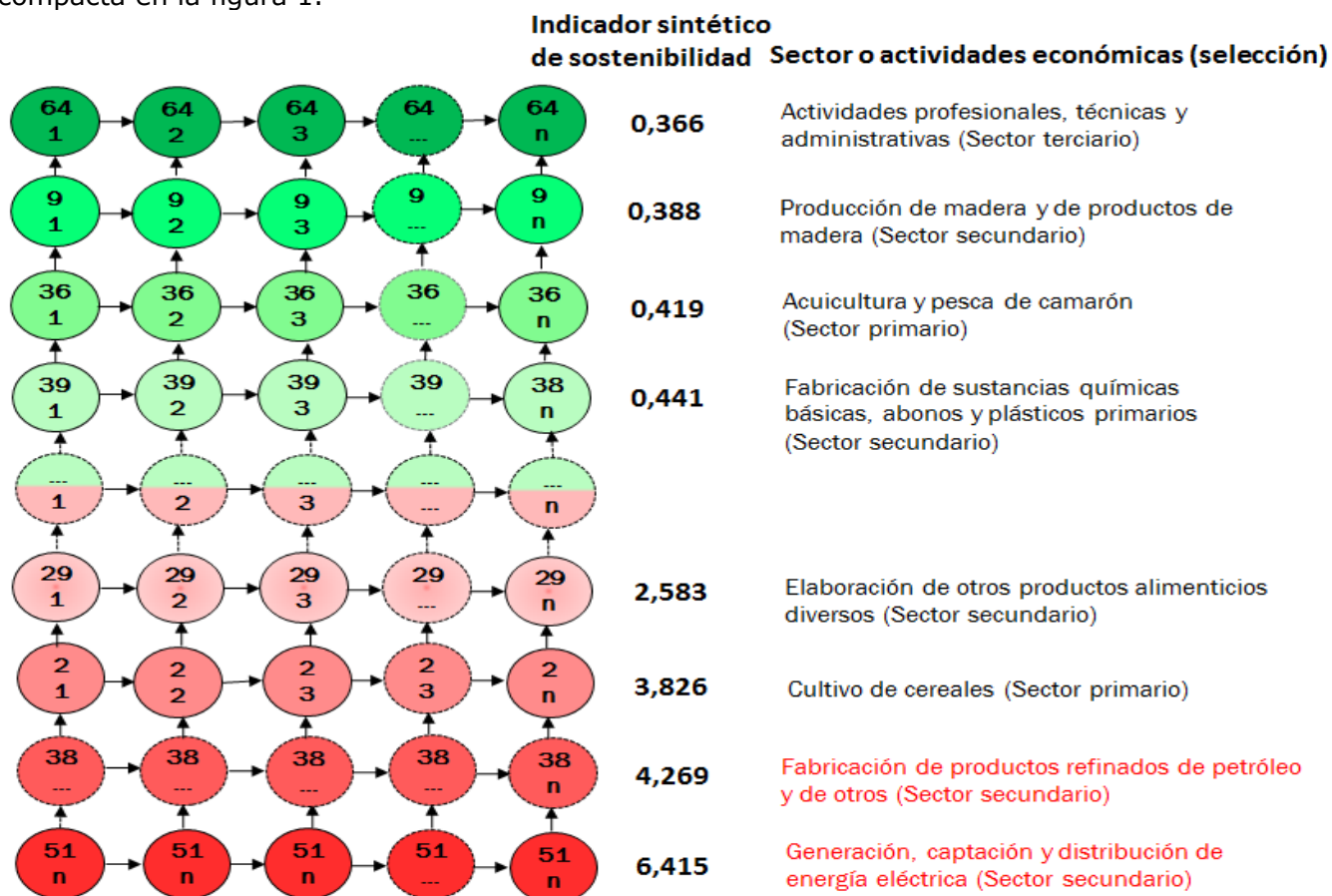


Fig. 1. Gráfico de sostenibilidad de los sectores seleccionados de Ecuador en 2017

Fuente: Elaborado a partir de los cálculos del Indicador Sintético de Sostenibilidad

Nota: El código de colores indica una disminución gradual de la sostenibilidad de los sectores de la matriz productiva de Ecuador, en correspondencia del orden ascendente del ISS_i .

Proyección de mejoras

A partir de la clasificación de los sectores y la evaluación de la sostenibilidad de los distintos sectores que componen la matriz productiva, se proponen políticas públicas que contribuyan a mejorar la sostenibilidad de los sectores que forman los encadenamientos productivos identificados, entre las cuales se pueden relacionar:

El estado ecuatoriano debe fomentar inversiones en las actividades manufactureras y de servicios de los sectores secundario y terciario respectivamente, a fin de potenciar un desarrollo preferente de la matriz productiva nacional hacia estos sectores.

El Ministerio del Ambiente de Ecuador (división Esmeraldas) debe establecer políticas para propiciar inversiones dirigidas a disminuir las emisiones de CO₂ en los sectores: Generación, captación y distribución de energía eléctrica, Fabricación de productos refinados de petróleo y demás sectores con menor sostenibilidad por ser el indicadores que más incide en que estos sectores sean menos sostenibles.

IV. DISCUSIÓN

Considerando la clasificación sectorial de la Matriz Insumo Producto de Ecuador en base a los encadenamientos directos se puede analizar que el peso fundamental en la economía del país lo tienen las actividades no manufactureras con 41 sectores, lo que demuestra el carácter primario exportador de la matriz productiva de Ecuador, basado en la explotación de recursos naturales para fabricar materias primas y productos semielaborados que se exportan para luego importar bienes y servicios elaborados con mayores precios y alto valor agregado.

En la clasificación por la metodología del Banco Central de Ecuador, se observa un predominio de los sectores Islas con 32, lo que evidencia las pocas relaciones intersectoriales en la matriz productiva, que demuestra la falta de complementariedad entre los sectores económicos nacionales, lo que influye de forma negativa sobre la sostenibilidad.

Al analizar los resultados de la figura 1, se evidencia que los sectores 64, 9, 36 y 39 son los más sostenibles al tener los menores valores de ISS_s , lo que es consistente con un mejor desempeño de los indicadores en las dimensiones ambiental, económica y social de la tabla 4; en cambio los sectores 29, 2, 38 y 51 son los menos sostenibles y que están relacionados con producciones con altos contenidos de carbono, lo que significa que se deben aprovechar y promover las mejores prácticas ambientales, económicas y sociales de aquellos sectores más sostenibles. Las políticas públicas recomendadas deben estar encaminadas a intervenir los sectores menos sostenibles para lograr mejores desempeños de sus indicadores de sostenibilidad.

V. CONCLUSIONES

1. Del análisis e interpretación de la matriz insumo producto del Ecuador se demuestra el carácter primario exportador de su economía, relacionado de forma directa con la explotación intensiva de recursos naturales y por tanto de forma inversa con la sostenibilidad de su matriz productiva.
2. Fueron identificados los encadenamientos más y menos sostenibles de la matriz productiva, lo que permite adoptar políticas de mejora.
3. Se recomienda la formulación de políticas públicas relacionadas con aprovechar las buenas prácticas de los sectores más sostenibles e intervenir los menos sostenibles para mejorar su desempeño ambiental, económico y social para contribuir al cambio de la matriz productiva del Ecuador con un enfoque de sostenibilidad.
4. El uso de la Matriz Insumo Producto, apoyado en la filosofía de la programación meta, pueden usarse para evaluar la sostenibilidad de la matriz productiva de un país.
5. En dependencia de los datos disponibles y el nivel de precisión deseado, es recomendable aumentar el número de indicadores para evaluar la sostenibilidad.

EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LA MATRIZ PRODUCTIVA DEL ECUADOR

VI. REFERENCIAS

1. Maldonado, V. P., La matriz productiva, Crónica, 2015: ([citado 10 de febrero de 2021]. Disponible en: <http://cronica.com.ec/index.php/opinion/columna/columnista/item/7646-la-matrizproductiva>
2. Hirschman, Albert., Backward and Forward Linkages. The New Palgrave: A Dictionary of Economics, Nueva York, Palgrave Publishers. NY, 1998: vol. 3, pp. 125-150, ISBN 978-1-349-95190-1
3. Prebisch, R., El desarrollo económico de la América Latina y algunos de sus principales problemas. En: Cincuenta años del pensamiento de la CEPAL: textos seleccionados-Santiago: Fondo de Cultura Económica/CEPAL, 1998: vol. 1, pp. 63-129, ISBN: 956-7083-99-1,
4. Molina, D. L. P. y Vélez, P. E. R., Cambio de la matriz productiva del Ecuador y su efecto en el comercio exterior. Dominio de las Ciencias, 2016; 2(2):18-431. ISSN 2477-8818,
5. Rodríguez, D., De las Mercedes, N. P., Mora Pisco, L. L., & Durán Vasco, M. E., Las bases del cambio de la matriz productiva en Ecuador (2006-2016). Revista Universidad y Sociedad, 2019; 11(4): 377-384. ISSN 2218-3620
6. Villamil, J., & Hernández, G., Encadenamientos, clústeres y flujos de trabajo en la economía colombiana. Ensayos sobre Política Económica, 2016; 34(79): 51-65. ISSN: 0120-4483.
7. CEPAL., Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe, 2018 (LC/PUB.2019/2-P), Santiago de Chile, 2019: p. 40, 41, ISBN: 9789211220070.
8. Hermosa, Edwin Buenaño, Actividad económica y emisiones de CO₂: ensayos empíricos para el Ecuador [Tesis de Doctorado]Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona, 2017,
9. Rodríguez, D., De las Mercedes, N. P., Mora Pisco, L. L., & Durán Vasco, M. E., Las bases del cambio de la matriz productiva en Ecuador (2006-2016). Revista Universidad y Sociedad, 2019; 11(4): 377-384, ISSN 2218-3620.
10. Guillén, A. (2008). Modelos de desarrollo y estrategias alternativas en América Latina. América Latina y desarrollo económico.([citado 10 de febrero de 2021]. Disponible en: http://www.centrocelsofurtado.org.br/arquivos/image/201108311505340.A_Guillen3.pdf.
11. Dos Santo, M., El efecto del modelo primario exportador petrolero sobre el sector externo de la economía de Angola en el período 2000-2018. [Tesis de doctorado], Santiago de Cuba: Universidad de Oriente, 2019.
12. Borghi, Roberto Alexandre Zanchetta. The Brazilian productive structure and policy responses in the face of the international economic crisis: An assessment based on input-output analysis. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2017; 43:62-75. ISSN 0954-349X.
13. Nova González, Armando; Prego Regalado, Juan Carlos; Robaina Echevarría, Lisset. El encadenamiento productivo-valor en Cuba. Antecedentes y actualidad. Proyecto APOCOOP. *Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, 2020;8(1). ISSN 2308-0132
14. Porter, M. E. & Kramer, Mark R. (2006) Strategy and Society: The Link Between Competitive Advantage and Corporate Social Responsibility. Harvard Business Review . ISSN 0017-8012.
15. Herrero Alba, D. Productive linkages in a segmented model: analyzing the role of services in the exporting performance of German manufacturing. *Working Papers*.2020.[citado 10 de febrero de 2020]. Disponible en:<https://www.ucm.es/icei/file/wp0520?ver>
16. Pueyo, A; Carreras, Marco; Ngoo, Gisela. Exploring the linkages between energy, gender, and enterprise: evidence from Tanzania. *World Development*, 2020, vol. 128, p. 104840, ISSN 0305-750X.
17. Lahera, E., Política y políticas públicas. United Nations Publications, 2004; 95. ISSN: 1680-898.
18. Arroyave Alzate, A. S., Las políticas públicas en Colombia. Insuficiencias y desafíos. Revista FORUM, 2011; 1(1):95-111. ISSN 2216-1767.
19. Villani, Davide; Fana, Marta. Productive integration, economic recession and employment in Europe: an assessment based on vertically integrated sectors. *Journal of Industrial and Business Economics*, 2020, p. 1-21., ISSN 1467-6451.
20. Atienza, Miguel; Lufin, Marcelo; Soto, Juan. Mining linkages in the Chilean copper supply network and regional economic development. *Resources Policy*,2018([citado 10 de febrero de 2021]. Disponible en:<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.02.013>

R. MORENO-GARCÍA, K. M. PARRA-PÉREZ, R. ELIDEA-QUIÑONEZ, M I RIVERA-LÓPEZ, L. VELÁZQUEZ-CONTRERAS, B FERNANDO-GIANNETTI

21. Leontief, W., Quantitative input and output relations in the economic systems of the United States. *The review of economic statistics*, 1936; (1):105-125. ISSN 0034-6535.
22. Leontief, W., Some basic problems of structural analysis. *The Review of Economics and Statistics*, 1952; 34(1), p.1-9, ISSN 0034-6535.
23. Gaytán Alfaro, Edgar David; Mendoza Sánchez, Mario Alberto; Vargas Sánchez, Juan Roberto. Minería y encadenamientos productivos en México: un estudio comparativo empleando modelos estatales de insumo producto. *Economía Coyuntural*, 2018;3(2):2-32, ISSN 2415-0630
24. CEPAL, N. U., La matriz de insumo-producto de América del Sur: principales supuestos y consideraciones metodológicas. [citado 10 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/40271>
25. Duchin, Faye., Mathematical models in input-output economics. Rensselaer Polytechnic Institute, Working Papers in Economics, 2007: 0703(3):20-40, ISSN 0951-0079
26. Chenery, H. y Watanabe, T., International comparison of the structure of production. *Econometrical*, 1958;26(4): 487-521.ISSN 1468-0262,
27. Fernández, A., Calero, S., Parra, H., & Fernández, R., Corporate social responsibility and the transformation of the productive matrix for Ecuador sustainability. *Journal of Security & Sustainability Issues*, 2017;6(4). ISSN 2029-7025.
28. BCE., Matriz Insumo Producto 2013, 2013, <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/>
29. BCE., Matriz Insumo Producto 2017, 2017[citado 10 de febrero de 2020]. Disponible en: https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/CuentasNacionales/Anuales/Dolares/MIPDatos2013C_d.rar
30. Schuschny, Andrés Ricardo, Tópicos sobre el modelo de insumo-producto: teoría y aplicaciones United Nations Publications, 2005: No. 37 S.05.II.G.191, p.1-96, ISBN: 9213228260,
31. Giannetti, B.F., Sevegnani, F., Almeida, C.M.V.B., Agostinho, F., Moreno Garcia, R.R., Liu, G., Five Sector Sustainability Model: a proposal for assessing sustainability of production systems. *Ecol. Model*, 2019: 406: 8-108, ISSN 0304-3800, Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2019.06.004>
32. Díaz-Balteiro, L., & Romero, C., Making forestry decisions with multiple criteria: A review and an assessment. *Forest ecology and management*, 2008;255(8-9). ISSN 3222-3241.
33. Ortiz-Urbina, Esther; González-Pachón, Jacinto; Diaz-Balteiro, Luis. Decision-Making in Forestry: A Review of the Hybridisation of Multiple Criteria and Group Decision-Making Methods. *Forests*, 2019; 10(5)375. ISSN 1999-4907.
34. Molinos-Senante, María, Sebastián Muñoz, and Alondra Chamorro. Assessing the quality of service for drinking water supplies in rural settings: A synthetic index approach. *Journal of environmental management*, 2019; 247: 613-623. ISSN 0301-4797.
35. Alcántara, Vicent, Roca, Jordi., Energy and CO₂ emissions in Spain: methodology of analysis and some results for 1980-1990. *Energy Economics*, 1995;17(3): 221-230. ISSN 0140-9883.

Los autores declaran que no hay conflicto de intereses

Contribución de cada autor:

Roberto René Moreno-García: Diseño de la investigación, trabajo estadístico y análisis de los resultados. Redacción y revisión de la versión final del artículo.

Katia María Parra-Pérez: Identificación y evaluación de las variables e indicadores económicos seleccionados, interpretación y redacción de resultados.

Rugina Elidea-Quíñonez: Gestión y análisis de la consistencia de los datos utilizados, interpretación y redacción de este componente en el artículo.

Mirian Isabel Rivera López: Análisis de los fundamentos teóricos, redacción de la propuesta de resultados.

EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LA MATRIZ PRODUCTIVA DEL ECUADOR

Luis Velázquez-Contreras: Propuesta metodológica, para el cálculo y estimación de los indicadores de sostenibilidad ambiental, interpretación y redacción de este componente del artículo.

Biagio Fernando-Giannetti: validación de la implementación de los métodos utilizados, análisis e interpretación de los resultados y revisión crítica del artículo. Aprobación de la versión final del artículo.