



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Máster

Crecimiento en América Latina en perspectiva sociometabólica  
(1970-2017)

Growth in Latin America from a sociometabolic perspective  
(1970-2017)

Autor

Javier Lozano Morra

Director

José Ignacio Iriarte Goñi

Co-director

Ana Serrano González

Facultad de Economía y Empresa

2021

## Índice

1. Introducción.....	1
2. Revisión de la literatura ¿Qué es lo que sabemos?.....	3
3. Metodología y Datos.....	5
3.1. Tipos de materiales incluidos en el trabajo.....	10
4. Tendencias en el uso de materiales.....	11
4.1. Latino América Vs Europa .....	12
4.2. Las naciones latinoamericanas .....	18
4.2.1. Contextualización histórica (1970 – 2017).....	18
4.2.2. Tendencias exportadoras y contrastes .....	21
5. Análisis econométrico. ....	30
6. Conclusiones.....	41
Apéndice .....	44
Referencias Bibliográficas.....	47

## 1. Introducción

América Latina ha desempeñado un papel fundamental en el abastecimiento de recursos a lo largo de la historia, principalmente a partir del siglo XIX. Los países integrantes del continente latinoamericano se han asentado como los principales suministradores de materias primas a nivel global por detrás del continente asiático (Carvajal, 2013). Dicha circunstancia, ha generado un debate que se ha acrecentado con el paso del tiempo por la preocupación ocasionada debido a la acelerada inserción que ha llevado a cabo el continente a partir de los 70 en el panorama internacional, impulsada por los modelos de crecimiento intensivos en relación con la extracción y comercialización de las materias primas. Esta situación ha ocasionado notables impactos sobre el medio ambiente, los ecosistemas y la naturaleza tales como la deforestación, la pérdida de biodiversidad, el cambio climático o el agotamiento de recursos (Alonso & Sánchez, 2015). Fenómenos alarmantes que suponen un precio demasiado alto como para avalar la sostenibilidad del crecimiento experimentado por Latinoamérica (Arceo, 2009). Por ello surge el interés de contribuir a esta discusión aportando evidencias empíricas que ayuden a aclarar algunas incógnitas suscitadas en cuanto a los modelos de crecimiento que han llevado a cabo los países en el continente.

Este trabajo, analiza al continente latinoamericano en un contexto biofísico, encuadrando la investigación como un análisis del flujo de los materiales en el periodo de 1970-2017. Se ha escogido este periodo de más de 40 años, porque recoge muchos de los cambios que se han podido producir en el crecimiento y medioambiente, los cuales explican la situación actual de las naciones latinoamericanas. El estudio sociometabólico de este periodo, nos va permitir profundizar en temas relacionados con la extracción y el uso de los materiales, junto con otros tópicos que son implicaciones directas de estos, como es la desmaterialización del continente, la sostenibilidad a nivel ambiental o el nivel de crecimiento experimentado en el periodo.

El estudio se ha realizado gracias a la recopilación, en un primer momento, de una base de datos que ha sido tratada y filtrada para adaptarla a la investigación de la forma mas precisa posible. Es importante resaltar este aspecto, porque se lleva a cabo el análisis sociometabólico mediante el uso de indicadores del flujo de materiales, tal y como proceden en las investigaciones los organismos internacionales (EUROSTAT, 2018; CEPAL, 2021) mediante la metodología del Material and Energy Flow Accounting (Fischer-Kowalski, 1999; EUROSTAT, 2018). Además, esta metodología ha sido implementada con una técnica de análisis denominada “top-down” que ha permitido hacer un estudio de los diferentes campos relacionados con el análisis del flujo de los materiales. En

concreto, hemos analizado al continente y a sus integrantes de forma agregada en un primer momento, cuando hemos comparado a Europa con Latino América. Posteriormente, hemos centrado nuestra atención en las naciones que componen la región, pudiendo esclarecer la evolución de todos los países latinoamericanos desde una perspectiva biofísica con las ventajas que han aportado los enfoques multidisciplinares estadístico descriptivos, históricos y econométricos. Concretamente, la perspectiva histórica, por ejemplo, ha sido enriquecida con el potencial del análisis descriptivo y haciendo uso de los indicadores sociometabólicos. Finalmente, se lleva a cabo una aplicación econométrica, que puede servir como punto de partida para evaluar la relación histórica entre los indicadores sociometabólicos y el nivel de desarrollo de los países. Ello se realiza mediante una aproximación de datos de panel que permite, además, analizar la existencia de patrones divergentes dentro de la región y a lo largo del periodo de estudio. Cabe decir, que este tipo de análisis está dificultado por la idiosincrasia del continente latinoamericano, en el cual, se han implantado modelos de crecimiento muy intensivos en la extracción y exportación de materias primas. Con el uso de estas herramientas se procederá a responder a la principal incógnita que se plantea la investigación, averiguar cuáles son las relaciones entre el crecimiento económico y los indicadores sociometabólicos, además de clarificar si ha existido, un fenómeno de desmaterialización o no y si los modelos aplicados por la mayoría de los países en el continente son sostenibles. De este modo, se podrá aumentar el conocimiento mediante evidencias empíricas contrastadas aplicadas a países concretos que ayudarán a desarrollar y continuar el estudio de este campo académico complejo, pero fundamental, como es el análisis del flujo de los materiales.

## 2. Revisión de la literatura ¿Qué es lo que sabemos?

América Latina ha adoptado un papel crucial en el abastecimiento de recursos en los últimos 200 años aproximadamente. Por este motivo, algunas de las investigaciones más relevantes relativas al flujo de recursos, desde su extracción hasta su comercialización, han ido enfocadas hacia esta zona geográfica dentro del panorama global (Schaffartzik et al, 2014). Sin embargo, el enfoque convencional fue orientado hacia el análisis histórico a nivel económico (Bertola & Ocampo, 2010) y a nivel medioambiental (Sánchez-Calderón & Blanc, 2019), pero con una base empírica ambiental escasa. Esto no quiere decir, que las conclusiones y resultados de las investigaciones que se han extraído a lo largo de los años no sean concluyentes. De hecho, se ha podido caracterizar a Latino América como la región con mayor número de exportaciones netas por habitante, superando la cifra de una tonelada anual por habitante (Schaffartzik et al, 2014). Esto ha sido posible gracias a los avances y la innovación en los enfoques a la hora de abordar estos ámbitos de estudio con métodos como el Material and Energy Flow Accounting (Fischer-Kowalski, 1999; EUROSTAT, 2018). Mediante este método se introduce carácter empírico a los análisis con la cuantificación de materiales en diversos aspectos.

En esta misma línea metodológica se han elaborado trabajos que han arrojado novedades al tema del abastecimiento de recursos por parte de Latino América. Concretamente se ha encuadrado a Latino América como la región principal suministradora de biomasa y minerales metálicos, y una de las más relevantes en la exportación de combustibles fósiles. Esto es debido al perfil del continente, denominado como extractivista, que ha inducido numerosos daños medioambientales asociados a esta posición (West & Schandl, 2013). Sin embargo, no sólo se han ocasionado efectos en el medioambiente, sino también en otros ámbitos como el comercio, directamente relacionado con la extracción de recursos (Infante et al., 2020). También hemos visto sus impactos en los niveles de bienestar, medido por indicadores como el PIB per cápita o el IDH (West & Schandl, 2013).

Estos resultados y conclusiones han llamado la atención de otros autores a la hora de prestar especial atención a las diversas naciones que forman el continente. Se pretendía averiguar si los patrones generales que caracterizaban al continente eran válidos para el conjunto de naciones o no. Por ello una gran parte de los autores focalizaron los análisis a distintos niveles. Encontramos estudios a nivel regional (Infante et al., 2020; Crespo-Marín, 2019) o a nivel de país. Algunas de las contribuciones más relevantes a nivel de país son las investigaciones elaboradas para Chile (Giljum, 2004), Argentina (Pérez Manrique et. al, 2013), Costa Rica (Infante & Picado, 2016) o México (Citlalic & Schandl, 2007).

Estos análisis han podido determinar un aspecto relevante derivado de la extracción de materiales y su uso. Los países latinoamericanos están en varias situaciones económicamente hablando. Algunos se encuentran en un proceso de transición hacia economías industriales, mientras que otros no abandonan los modelos extractivos y pasan de la extracción de unos materiales a otros para sostener sus balanzas de pagos (Crespo-Marín, 2019; Giljum et al., 2008). Finalmente, toda esta investigación y profundización en la extracción y orientación de recursos latina ha contribuido a corroborar que desde 1970 la extracción de materiales se ha disparado pasando de cerca de 2000 millones de toneladas (Mt) a más de 8000 (Mt), identificando que aproximadamente el 10% de esas extracciones se destinaban al comercio internacional (West & Schandl, 2013). Esto ha inducido, a pensar que la extracción de recursos ha estado ligada a los grandes crecimientos de las naciones a nivel global durante finales del siglo XX (Krausmann et al., 2009), así como con otras variables relacionadas como el nivel poblacional o el PIB.

En este estudio se intentarán completar y corroborar los resultados ya obtenidos en la literatura presentada. Esto se llevará a cabo mediante el MEFA, sirviéndonos de algunos indicadores derivados de la propia metodología.

De este modo, podremos distinguir las características de las naciones según su orientación o perfil extractivo, aportando a la literatura presentada una visión novedosa y evidencias nuevas del panorama latinoamericano para un periodo temporal representativo.

Además, añadiremos un enfoque econométrico con la estimación de un modelo que permitirá confirmar empíricamente las relaciones existentes entre los indicadores socioeconómicos y el PIB per cápita. El trabajo aportará evidencias que muestran que efectivamente los crecimientos en PIB per cápita no generan un abandono del modelo extractivo, y no hacen más que retroalimentar el modelo de crecimiento, basado en los recursos naturales sin derivar hacia una desmaterialización.

### 3. Metodología y Datos.

En este trabajo, como hemos anticipado, se ha empleado el Material and Energy Flow Accounting o MEFA (Fischer-Kowalski, 1999). Esta metodología tiene una gran versatilidad, ya que permite determinar y cuantificar los flujos de materiales que son empleados y extraídos del medio y el entorno de un sistema concreto, de manera que podamos identificar las interacciones entre la economía y el medio ambiente. El MEFA ha sido de gran utilidad en los últimos años para la cuantificación del uso de recursos por unidad producida de los países. Es una herramienta que actualmente esta armonizada a nivel internacional, permitiendo arrojar luz a la incertidumbre existente en las últimas décadas en torno a la presión medioambiental que ejercen las economías sobre los ecosistemas y el medio en general (Fischer-Kowalski & Krausmann et al. ,2011). Además, este método nos permite responder a algunas preguntas interesantes relacionadas con las características de los países que se pretenden estudiar. Por ejemplo, es aplicable para determinar cuáles son las virtudes y defectos de una determinada región para potenciar aquellos aspectos positivos y minimizar los negativos; permite ser consciente de cuáles son los cimientos en los que se apoya el intercambio comercial de las naciones e incluso es útil para identificar cuáles son los patrones de consumo de la población de cada economía. Con todos estos datos se podría aportar información novedosa a una de las preguntas sobre las que existe controversia en las primeras décadas del siglo XXI: ¿Se está llevando a cabo un crecimiento sostenible en el tiempo y una desmaterialización?

En este estudio se aporta evidencia científica que permite conocer mejor estos fenómenos para una región del planeta concreta, Latino América. Tratamos de resolver la pregunta determinando si efectivamente esta zona está teniendo o no un proceso denominado “desmaterialización” en las décadas que se han sucedido desde 1970 hasta 2017. Además, agruparemos a los países según sus características extractivas para poder identificar comportamientos comunes dentro del propio continente. El término “desmaterialización”, resaltado como una de las claves del trabajo, se formó gracias a las ideas de varios autores que desarrollaron el concepto durante las décadas de los 70 y 90 (Reddy & Goldemberg, 1990). El término se acuñó debido a fenómenos que estaban experimentando algunos países en aquellas épocas y que registraban crecimientos en su PIB asociados a la utilización de los materiales de una forma menos intensa. Esto implicaba que cada unidad de PIB extra producido necesitaba una menor cantidad de material para su obtención. A partir de esta constatación se definió la “desmaterialización relativa”. Las relaciones existentes entre las variables recordaban al comportamiento propuesto por Kuznets (Kuznets, 1959) entre la desigualdad y la distribución de la renta con la salvedad del campo de análisis, ya que en este caso se trataba de un enfoque medioambiental. Por ello, se denominó a la curva que relacionaba el crecimiento económico con el impacto

medioambiental como Curva Ambiental de Kuznets (EKC). La EKC explicaba que la relación entre el nivel de renta o PIB per cápita comparado con la contaminación venía explicada mediante una forma de U invertida. Es decir, los niveles de renta per cápita al comienzo de la curva experimentaban relaciones directas y positivas. Sin embargo, había un punto de inflexión en el que las relaciones se volvían inversas y los aumentos de renta per cápita se traducían en disminuciones de la presión medioambiental, tal y como se observa en el Gráfico 1.

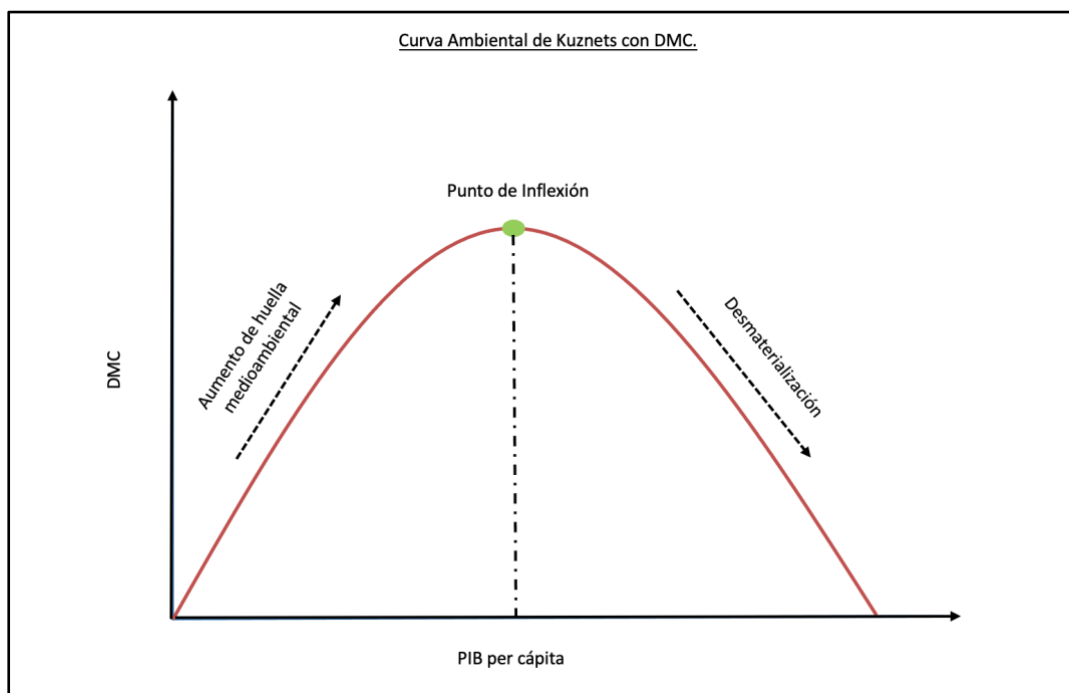


Gráfico 1: Curva medioambiental de Kuznets con DMC<sup>1</sup>

La propia curva ha generado mucha controversia, porque se suele asociar de forma positiva, pero errónea, el alcance de este punto de inflexión. Alcanzar el punto de inflexión supone situarse en unos niveles de presión ambiental mucho mayores que otros países que se encuentren en una parte de la curva más alejada del punto donde se comienza a producir la desmaterialización (Infante, 2014). Estos debates han llevado a razonar acerca de la desmaterialización, en otros términos, porque se ha visto que lo complejo no es crecer empleando una cantidad de materiales menor por unidad de PIB, sino hacerlo con un uso absoluto de recursos menor

<sup>1</sup> Gráfico 1, Curva Ambiental de Kuznets con DMC. El gráfico explica la relación existente entre crecimiento económico y presión medioambiental. La relación entre ambas variables viene representada mediante una función con forma de U invertida.

En nuestro caso la presión medioambiental ha sido establecida mediante el DMC, indicador sociometabólico formado por la DE y el saldo del PTB. Esto es  $DMC = DE + M - X$ .



(Infante, 2014). Es decir, crecer empleando una cantidad de materiales menor en términos absolutos, lo que se conoce como “desmaterialización absoluta”.

Por ello, esta controversia es fundamental introducirla dentro de nuestra área geográfica de estudio. Unas señales de que estos procesos se están produciendo podrían suponer evidencia de que el camino y las medidas relativas al crecimiento están siendo adecuadas. Por ello el estudio analizará a varios países de Latino América para poder determinar si existen o no estos fenómenos y si podemos o no considerar que esta región presenta un crecimiento sostenible en el tiempo.

Para llevar a cabo el estudio nos apoyaremos en algunos de los indicadores más conocidos en este tipo de estudios como la “Extracción Doméstica”, “Balanza Comercial Física”, “Consumo Doméstico de Materiales” o “Insumo Directo de Materiales”.

Si nos detenemos en los indicadores brevemente, se pueden concretar varios aspectos acerca de ellos.

La Extracción Doméstica (DE), representa la cantidad de materiales que son extraídos en una zona geográfica y su evolución. Nos da información de la presión extractiva de los países sobre el medioambiente y sobre sus ecosistemas nacionales. Se contabilizan todos los elementos que entran a formar parte de la economía exceptuando el agua y el aire.

La Balanza Comercial Física (PTB), se calcula como la diferencia entre importaciones y exportaciones, por lo que si obtenemos valores negativos es indicativo de que la región exporta más materiales de los que importa. Este indicador nos puede orientar sobre el tipo de país que estamos analizando y nos ofrece características de sus intercambios físicos con el exterior.

Además, se dispone de datos desagregados de las Importaciones (M) y Exportaciones (X) que tendrán un papel determinante.

El Insumo Directo de Materiales (DMI), se calcula a partir de la Extracción Doméstica de materiales. Cuando a la DE le sumamos las M entonces es cuando obtenemos el DMI. Económicamente se puede interpretar como todos los materiales que se consumen en una nación, ya sean producidos nacionalmente o importados para su posterior consumo.

Por último, el Consumo Doméstico de Materiales (DMC). Se calcula con la extracción doméstica menos la Balanza Comercial Física. Este indicador refleja bastante bien los patrones de consumo en términos físicos de la población de cada nación y representa la base para el cálculo de la huella ecológica de los países.

Hay que destacar que los indicadores sociometabólicos no son las únicas mediciones utilizadas para el análisis. Encontramos una variedad de trabajos que hacen uso de indicadores alternativos complementariamente a la metodología MEFA como el PIB (Krausmann et al., 2009) o IDH (Falconí, 2012).

Respecto a los datos, se puede señalar que han sido extraídos de la Base de Datos del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP International Resources Panel, 2020)<sup>2</sup>, sin duda una de las organizaciones punteras en el ámbito medioambiental y que no solo promueve medidas y planes de acción, si no que recopila datos de alta fiabilidad a nivel internacional.

A partir de esta fuente, se ha llevado a cabo una selección que ha permitido individualizar la base de datos a la dimensión de nuestro estudio, haciendo hincapié en análisis estadísticos que pudiesen darnos información sobre los diferentes indicadores y regiones que forman la columna vertebral del trabajo.

Esto ha permitido agrupar e identificar cuáles son las semejanzas y similitudes entre los componentes de la muestra.

La selección ha ido enfocada a dar perspectivas duales en métrica<sup>3</sup>, permitir el análisis a nivel de continente, región o país, facilitar el cálculo de tasas de crecimiento y establecer relaciones de convergencia y divergencia. Aspectos indispensables que han permitido enfocar el trabajo de forma más precisa además de permitir realizar también un primer estudio econométrico exploratorio.

Los indicadores escogidos están aplicados para 16 países: Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, El Salvador, Argentina, Uruguay, Paraguay, Bolivia, Chile, Perú, Colombia, Ecuador, Venezuela, México y Brasil. Estos países se han escogido en base a estudios precedentes (Infante et al, 2020), que mostraban a estas naciones como una muestra representativa de Latino América y con características variadas en cuanto a PIB, población, PIB per cápita o extensión geográfica. Además, estas variables también se han trabajado y se han tenido en cuenta dentro del análisis. Con toda la información expuesta se puede afirmar que Latino América aglutina las condiciones necesarias para considerarse como foco de estudio relevante en el ámbito extractivo y medioambiental, también por sus orientaciones neoliberales<sup>4</sup> y sus efectos sobre el medio ambiente. Muchos de los países, veremos que están llevando a cabo esfuerzos para alcanzar la desmaterialización, aunque no sea la tónica general.

Finalmente, para poder aportar información sólida y contrastada empíricamente, se ha realizado un análisis econométrico mediante la creación de un panel que recoge información de los 16 países que componen la muestra de la región latinoamericana durante el periodo que va de 1970 a 2017. Esta información se ha obtenido a partir de la base de datos de la UNEP, contando con un total de 15 variables, de forma que cada variable contiene 768 observaciones. Este análisis

---

<sup>2</sup> UNEP International Resources Panel, 2020, *IRP BD Bundle Post Oct 2020*.

<sup>3</sup> Perspectiva dual en métrica: Hace referencia a un enfoque de análisis que abarca tanto la cuantificación en toneladas a nivel absoluto como relativo en toneladas per cápita.

<sup>4</sup> Neoliberalismo: Corriente de pensamiento económico y político surgida tras la 2ª Guerra Mundial. Basa sus pilares en el liberalismo clásico intentando perdurar las ideas de una economía asentada en la propiedad privada, limitación de funciones del estado, mercado libre y desregulado y una menor cuantía de impuestos asociada a un menor gasto público.

económico preliminar permitirá evaluar de forma más precisa qué ocurre con los países, y trataremos de disipar las dudas acerca de la desmaterialización de los países latinoamericanos. Es la herramienta final que permite dar sentido a la gran cantidad de literatura e información que hemos obtenido con los datos.

### 3.1. Tipos de materiales incluidos en el trabajo.

Los materiales que se estudian para cada país se agrupan en cuatro categorías. Dentro de cada una se especifica que materiales contienen para lograr una comprensión más sencilla del propio análisis que se está llevando a cabo. Además, se ofrecen las principales fuentes de información y de datos con las que ha sido elaborada la base de datos de la que disponemos, por si se quisiera disponer de los datos a nivel más específico.

- Biomasa:

Cuando hablamos de biomasa en este tipo de análisis normalmente se hace referencia a cultivos, residuos de cultivos o abonos orgánicos, piensos o pastos, madera y cosechas. Estas estadísticas se pueden obtener en centros de estadística especializados como FAOSTAT, que ofrece datos a nivel internacional de cultivos y agricultura para 245 países desde 1961.

- Energías Fósiles:

Los datos relativos a estos materiales resultan algo más complejos en cuanto a su obtención, ya que la transparencia estadística de su explotación no es total. Se pueden encontrar algunos centros estadísticos que trabajan en este ámbito como UNSD (División de Estadística de las Naciones Unidas) que cuenta con datos para periodos temporales bastante amplios. No es la única fuente estadística ya que habitualmente en los trabajos se encuentra que los autores utilizan la IEA (Agencia Internacional de Energía). En cuanto a los materiales que componen este conjunto están el carbón, petróleo o gas natural.

- Minerales Metálicos y minerales no metálicos:

En nuestro estudio estos materiales están separados, aunque para otros estudios se agregan y se hacen distinciones entre diferentes tipos de minerales dentro del subconjunto. Las fuentes que ofrecen información estadística sobre todos los minerales son principalmente la BGS (British Geological Survey) y la USGS (United States Geological Survey). En el grupo de minerales metálicos encontraremos algunos como metales ferrosos y no ferrosos. Para el caso de los minerales no metálicos tenemos minerales como el azufre, dolomita, feldespato, sal o grafito, encontrados fácilmente en procesos de elaboración de, cementos, vidrios o cosméticos.

#### 4. Tendencias en el uso de materiales.

Como hemos visto en el comienzo del estudio, las investigaciones que tratan sobre la extracción de recursos y la orientación del crecimiento han sido variadas y han obtenido resultados complementarios y diversos entre sí. Por ello, el principal objetivo del trabajo es completar este conjunto de conocimientos con aportaciones novedosas que corroboren las conclusiones obtenidas desde otro enfoque y nos aporten nuevas líneas temáticas relacionadas sobre las que investigar. Por esta razón, se va a llevar a cabo un análisis mediante el MEFA con la técnica “top-down”. Esta técnica consiste en proceder al análisis comenzando desde lo más general a lo más concreto, y en nuestro caso se procederá empleando una gran variedad de perspectivas como la estadística descriptiva, histórica y econométrica.

El proceso de análisis seguirá los siguientes pasos. En un primer momento estudiaremos a Latino América en comparación con Europa. Un acercamiento que nos indica las diferencias entre las características de ambos continentes y nos permite hacernos una idea de la idiosincrasia de Latino América desde una perspectiva global en temas relacionados con su orientación comercial, política y ámbitos relacionados con los niveles de crecimiento y bienestar.

En el siguiente paso nos centramos en analizar de manera más detallada qué ocurre dentro del continente con las naciones que integran nuestro grupo de análisis. Por ello, llevamos a cabo una contextualización en perspectiva histórica que permite comprender la evolución del proceso de crecimiento del continente resaltando acontecimientos que han sido determinantes en el devenir de Latino América.

Finalmente, analizamos a las naciones desde una perspectiva más puramente sociometabólica, centrándonos en indicadores como el DE o las X apoyados siempre en los indicadores DMC, PTB o DMI y resaltando el enfoque métrico dual que se ha tenido en cuenta. Es decir, las variables anteriores se han analizado en términos absolutos y en niveles por habitante para eliminar posibles confusiones por el efecto tamaño de los países.

Posteriormente hemos empleado un enfoque econométrico que nos ha permitido realizar una aplicación a partir de la información que hemos obtenido con los datos. Esto nos acerca a las relaciones que existen entre la evolución a nivel histórico y estadístico de los indicadores sociometabólicos y del PIB per cápita.

#### 4.1. Latino América Vs Europa.

El primer paso en este procedimiento de análisis requiere detenernos a analizar estos dos continentes. Para ello comenzaremos por evaluar qué ocurre con la DE en ambas regiones, para ver si ciertamente esa idiosincrasia latinoamericana orientada a la extracción existe o no.

El Gráfico 2 permite comprobar algunos aspectos sorprendentes. El primero que llama la atención, hace referencia al comienzo del periodo. En 1970 encontramos que hay un gap entre ambos continentes que se traduce en una DE de 3,63 toneladas por persona a favor de Europa, equivalente a la mitad de X per cápita que realiza Latino América en ese momento. Este gap se va reduciendo conforme avanzamos en el periodo. Sin embargo, es interesante afirmar que, al comienzo del periodo, Europa es más extractiva que Latino América y al final del periodo esta situación se invierte. Durante las siguientes décadas el gap se reduce y aumenta el ritmo extractivo conforme avanzamos en el periodo. Durante los años 80, con la crisis de deuda en Latino América, el ritmo es moderado. Algo intuitivo por la controversia política, organizativa y económica que contextualizaba el día a día de las naciones latinas. El gap pasará a reducirse de forma más acelerada durante las décadas de los 90 y 2000. En los 90 con el afloramiento de un nuevo shock histórico en occidente, provocado por la contracción del petróleo, el final de la Guerra Fría y la explosión del sobrecalentamiento de las concesiones en la construcción de infraestructuras. Las divisas principales occidentales caerían y con ellas el precio de los materiales extraídos, abaratando la extracción latinoamericana frente a la occidental. Como durante este periodo ya estaban en marcha los planes neoliberales en la mayoría de naciones latinoamericanas y resurgía la reentrada de capital extranjero, las naciones comenzaron a aumentar su ritmo extractivo cerrando el gap de DE con Europa.

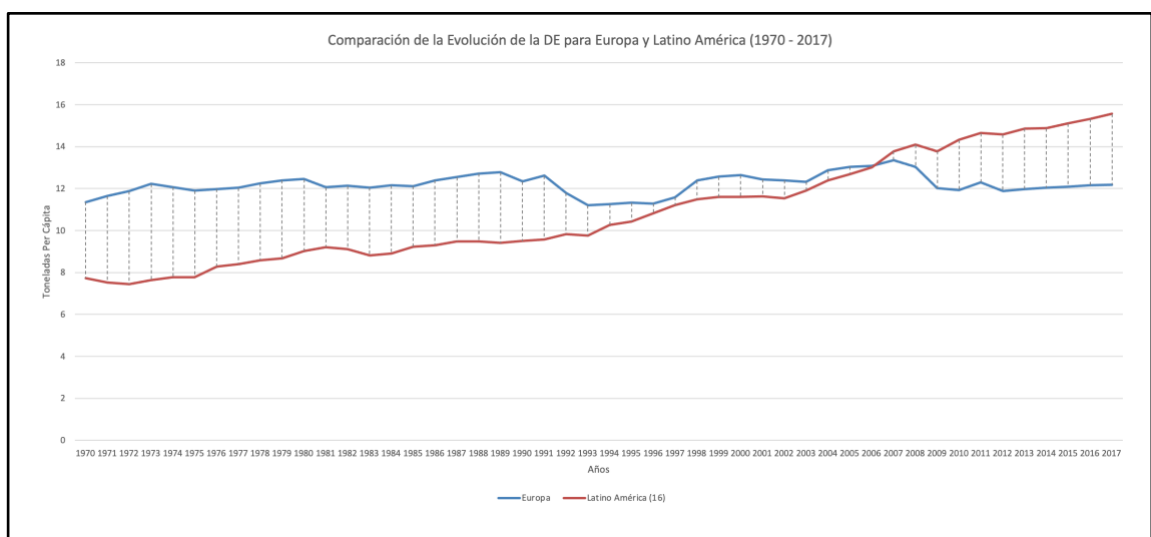


Gráfico 2: Comparación de la Evolución de la DE para Europa y Latino América (1970 – 2017)

Este periodo vendría precedido por otro de convergencia consecutivo en el indicador, esta vez provocado por la aparición de los primeros atisbos de la crisis de 2008, en la que toda Europa se vio sumergida. Esto fue una oportunidad para los países latinoamericanos, ya que les permitió converger a nivel extractivo con la ayuda de las ganancias de importancia económica de países emergentes desde dentro del continente (Brasil, México o Chile) y desde fuera con China, uno de los principales receptores de las extracciones registradas en Latino América. Por todo esto, en 2007 el gap se terminaría de cerrar y pasaría a situarse por encima Latino América en un nivel extractivo superior al europeo de unas 3,4 toneladas per cápita, llegando a niveles globales en torno a las 15,5 toneladas per cápita y duplicando por tanto los niveles desde los que partía en 1970.

Con este primer acercamiento podemos afirmar que a nivel del indicador socio metabólico DE, Latino América es un continente más extractivo que Europa. Situándose después de Asia como el mayor extractor de recursos del mundo (Carvajal, 2013).

Es evidente después de la primera argumentación, que Latino América es el continente más extractivo de los dos. Sin embargo, quedan cuestiones importantes sin determinar. ¿A dónde van todos esos recursos?, ¿Que orientación tienen? ¿Realmente estos modelos económicos funcionan? La literatura sugiere, que se da una importancia creciente desde los 70 al comercio y por lo tanto el continente se sitúa como fuente de abastecimiento para los países industrializados (West & Schandl, 2013). Para poder confirmar este hecho de forma empírica hemos elaborado a partir de las bases de datos de la UNEP una recopilación de las X e M en toneladas per cápita de cada uno de los continentes. Y hemos encontrado algunos resultados llamativos.

El primero de ellos se observa en el Gráfico 3. Los países latinoamericanos de la muestra registran una clara orientación exportadora. Siguiendo la idea de que la extracción de recursos, a grosso modo, se destina en una gran parte a la exportación y comercialización (West & Schandl, 2013). Concretamente, vemos un gap a lo largo del periodo situado en media en las 2,5 toneladas per cápita. Para Latino América la media del periodo alcanza las 5 toneladas per cápita, el doble de la media que aventajaba Latino América en X. Es reseñable el aumento exportador durante los 80 por la necesidad de obtención de divisas y el consecuente crecimiento de las X. Todos estos aspectos marcan grandes diferencias entre lo que es un continente industrializado con importaciones a nivel per cápita más modestas, frente a uno extractor y exportador de sus recursos. Se trata de una decisión de orientación económica algo peligrosa por antecedentes pasados a nivel histórico contrastados, esto es, por la posible aparición de dependencias de los recursos naturales para sostener a las economías generando el conocido “mal holandés” o “la maldición de los recursos”.

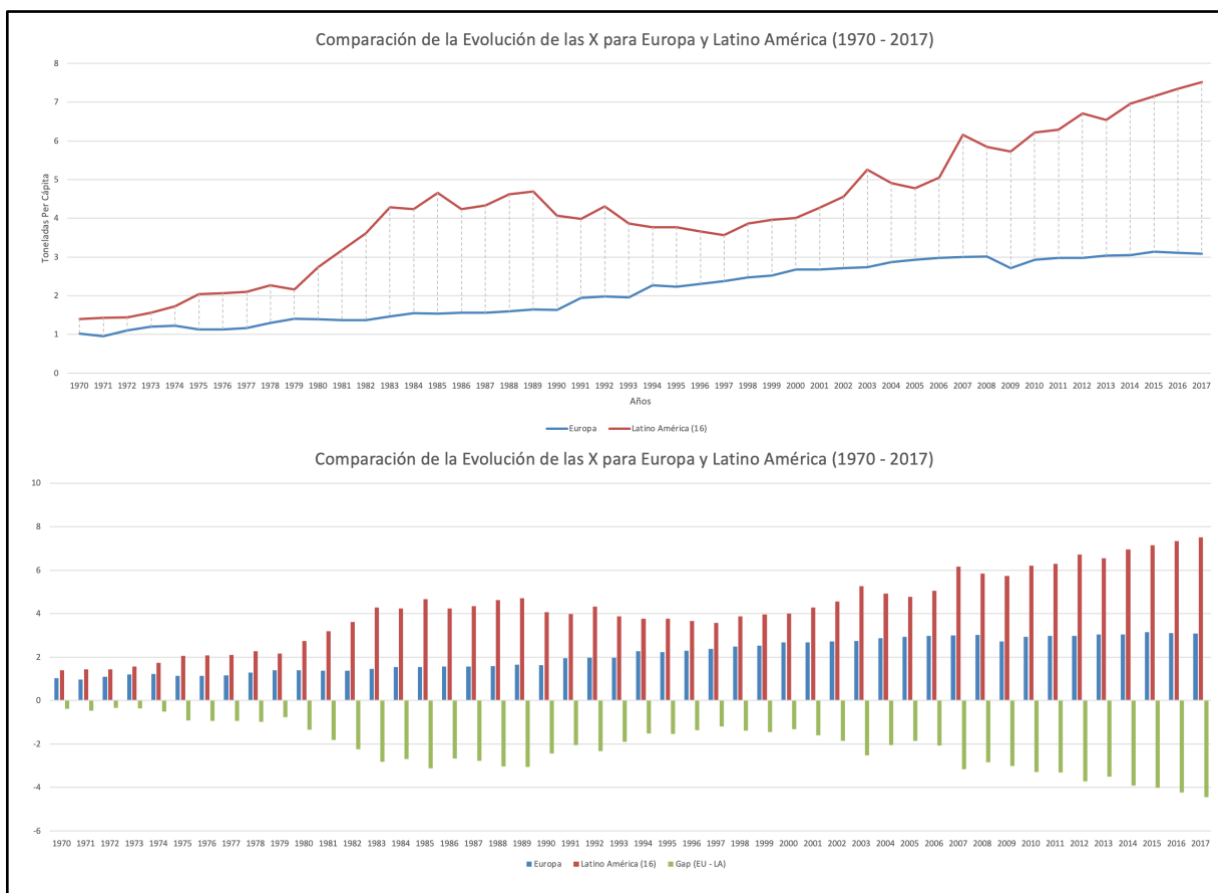


Gráfico 3: Comparación de la Evolución de las X para Europa y Latino América (1970 – 2017)

El segundo aspecto se encuentra en el Gráfico 4 y está relacionado con la parte de las M. Como vemos están claramente a favor de Europa. Estamos ante la típica composición de balanza comercial de los países avanzados o más industrializados, un mayor número de M frente a X menos intensivas en cantidad y más intensivas en productividad y con mayor valor añadido. Además, llama la atención que, si superponemos ambos gráficos, las tendencias importadoras de Europa son similares a las tendencias exportadoras latinoamericanas indicando que al igual que China, Europa también es uno de los principales receptores de recursos extraídos en Latino América.

Otro indicador sociometabólico que nos puede interesar es el DMC. Este indicador puede resultar relevante ya que puede caracterizar a las sociedades más industrializadas a partir del consumo de recursos que se hace dentro de las economías y que de nuevo, al igual que los indicadores utilizados anteriormente, nos va ser de utilidad. Los resultados son algo controvertidos. Por un lado, positivos porque vemos que el aumento de DMC se puede llegar a emplear como proxy en ámbitos relacionados con el bienestar social. La existencia de una convergencia en este indicador de Latino América hacia Europa, tal y como se observa en el Gráfico 4, podría indicar que las sociedades se están acercando a los



patrones de consumo de los países industrializados, desarrollando aspectos de su bienestar como la mejora en el acceso a recursos.

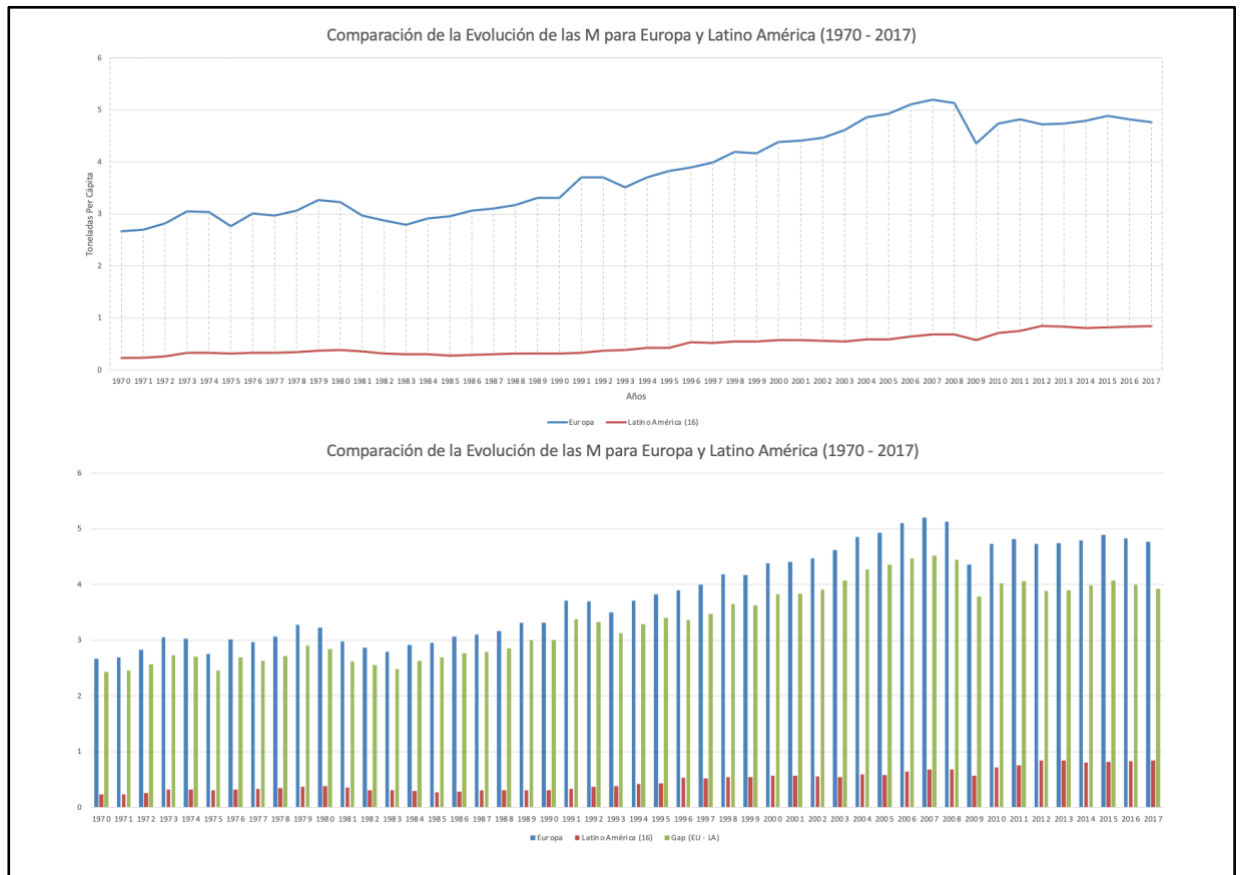


Gráfico 4: Comparación de la Evolución de las M para Europa y Latino América (1970 – 2017)

Por otro lado, puede ser algo preocupante porque una economía que está orientada a la extracción y, además, presenta patrones de consumo cada vez más cercanos al consumo de masas, puede llegar a generar huellas medioambientales irreversibles. Por lo que podríamos encontrar en este contexto un “Trade-off” entre el aumento de consumo y con ello acercamiento a las sociedades industrializadas, a costa de generar una huella medioambiental mayor. Esto se confirmará conforme avancemos en el estudio.

Con todo esto nos podemos hacer una idea de la idiosincrasia de ambos continentes y de las debilidades y fortalezas de Latino América. Pero como planteábamos anteriormente, la clave estaría en identificar si realmente estos modelos, que corroboramos con la literatura como extractivos, funcionan o no como herramienta de crecimiento a largo plazo y generan aumentos en el bienestar de la población.

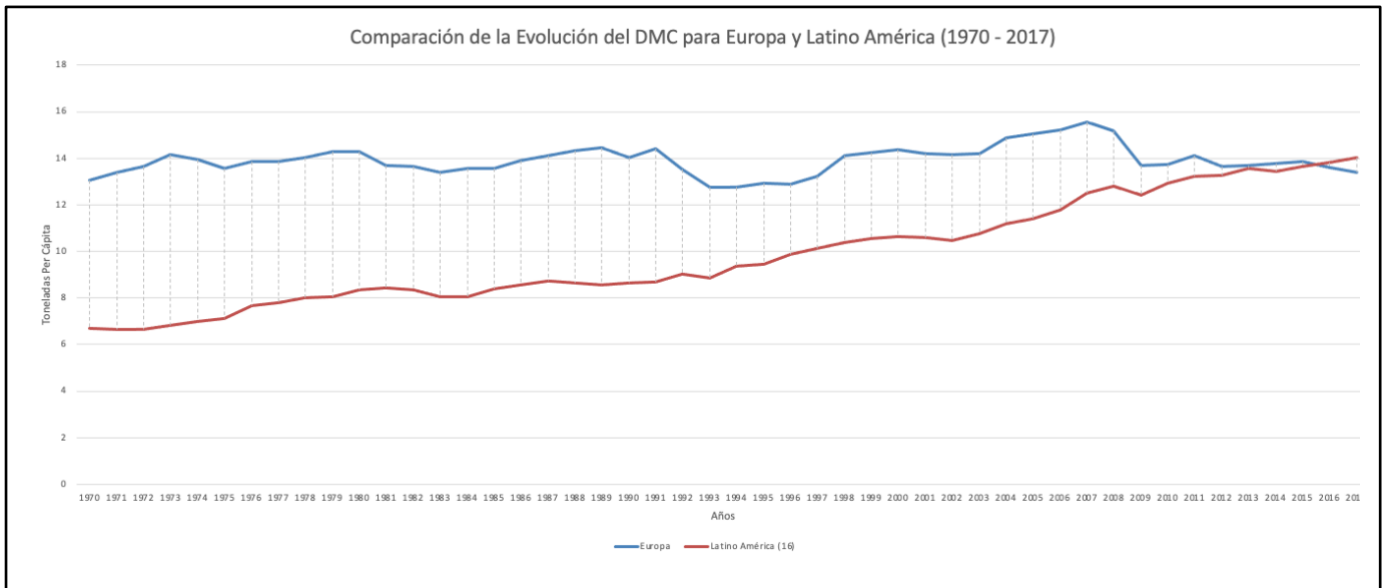


Gráfico 5: Comparación de la Evolución del DMC para Europa y Latino América (1970 – 2017)<sup>5</sup>

Algunas pistas para la respuesta pueden estar en la comparación que nos ofrece el Gráfico 6. En el que la magnitud de PIB refleja con claridad las sospechas de muchos de los investigadores que juzgan los modelos económicos extractivos. La extracción de recursos no parece ser una buena herramienta de crecimiento a largo plazo para la región en su conjunto, tal y como demuestra el recorrido del PIB en los 40 años del periodo analizado. Tampoco se le puede etiquetar de sostenible ya que las consecuencias en la adopción de estos modelos han sido en algunos casos nefastas a nivel social y medioambiental (Alonso & Ponce Sánchez, 2015).

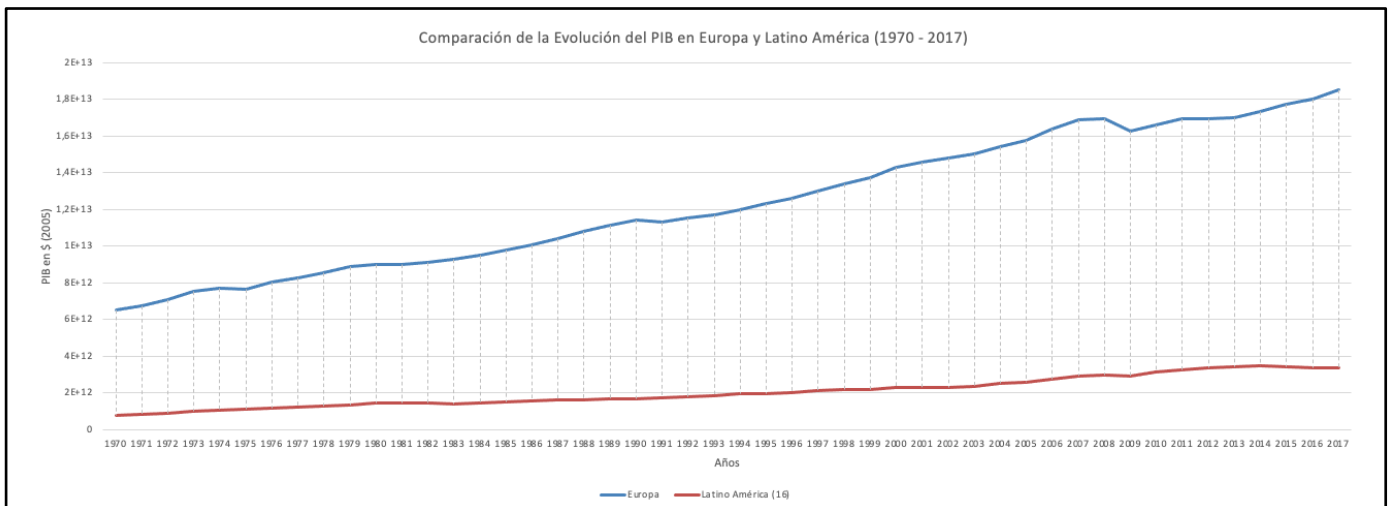


Gráfico 6: Comparación de la Evolución del PIB en Europa y Latino América (1970 -2017)

<sup>5</sup> Gráfico 5: Comparación de la Evolución del DMC para Europa y Latino América (1970 – 2017). Gráfico de líneas de elaboración propia a partir de los datos de la UNEP. Los datos representan en toneladas per cápita el consumo domestico directo de materiales en ambos continentes.

A nivel social, el Gráfico 7 arroja claridad a las dudas que puede suscitar el modelo extractivista. El PIB per cápita empleado como proxy, nos puede orientar sobre dónde están los niveles de bienestar de la población latinoamericana, poniendo en entredicho aquel posible positivismo que podía reflejar el DMC. Como se ve en este, los niveles de PIB per cápita latinoamericanos distan mucho de ser niveles de sociedades industrializadas. Es cierto que crecen, pero a niveles muy moderados. Nada tienen que ver con el ritmo europeo con pendientes más pronunciadas que confirman una divergencia entre los continentes. Este crecimiento errático es achacable al modelo que potencia los salarios precarios, las desigualdades y la pobreza, aspectos que no permiten alcanzar crecimientos prolongados en el largo plazo y que generan vulnerabilidad ante cualquier crisis proveniente de sus socios comerciales o de cualquier shock que padezcan las materias primas que exportan en los mercados globales.

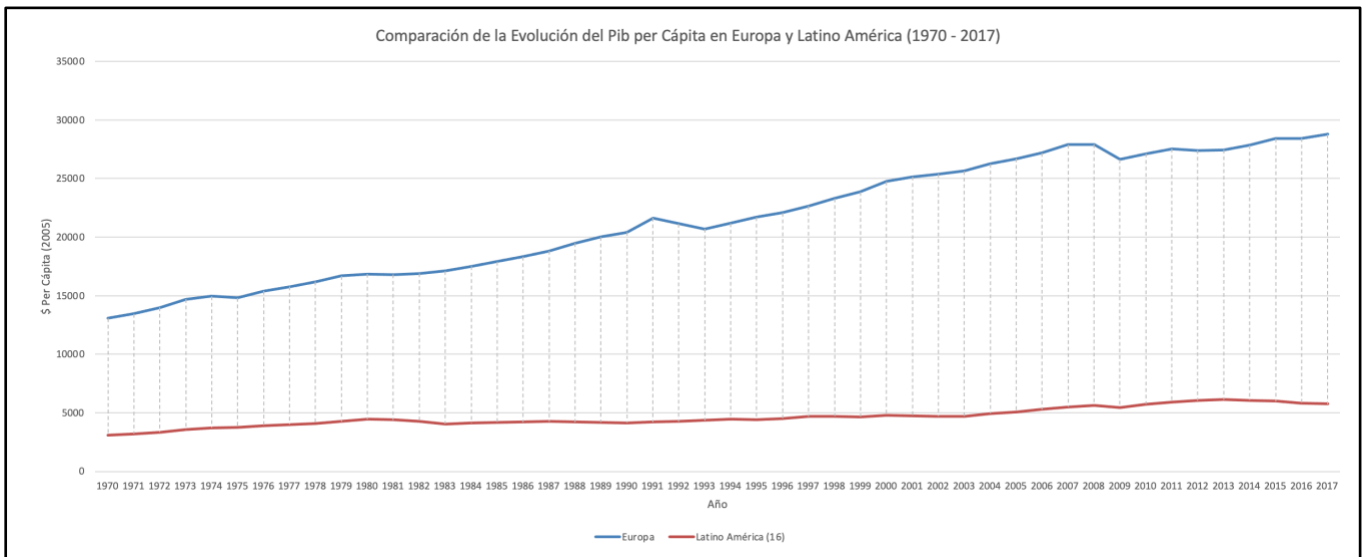


Gráfico 7: Comparación de la Evolución del PIB per cápita en Europa y Latino América (1970 – 2017)

#### 4.2. Las naciones latinoamericanas.

El siguiente paso dentro del procedimiento de análisis “top-down”, es estudiar las tendencias del uso de los materiales dentro del continente. Como hemos comentado anteriormente, este paso lleva asociado un análisis del contexto histórico y un análisis descriptivo mediante indicadores sociometabólicos. Identificaremos qué acontecimientos han marcado el camino seguido por el continente latinoamericano y posteriormente, nos centraremos en qué naciones marcan el paso latinoamericano usando para ello las X y DE principalmente. Esto nos permitirá comprender qué ocurre de forma desagregada en las naciones del continente para entender cómo se relacionan entre sí los indicadores dentro de los países y de que forma se extrapolan estas relaciones a nivel intercontinental.

##### 4.2.1. Contextualización histórica (1970 – 2017).

Los indicadores socio metabólicos son herramientas que pueden servir de brújula a la hora de identificar los contratiempos sufridos por las economías latinoamericanas a lo largo del periodo de 1970 a 2017. Como novedad con respecto a la literatura elaborada, se incluye un repaso de los acontecimientos históricos para el periodo en comparación con la evolución de algunos indicadores sociometabólicos en Latino América. Identificaremos patrones de comportamiento en varios indicadores desde principios de los 70 que marcarán el devenir de los acontecimientos a lo largo del periodo.

Como sabemos, los perfiles económicos de estos países estaban orientados a la extracción de materias primas desde antes del comienzo del periodo analizado, y con la subida de algunos de los precios de estos recursos, el atractivo de inversión extranjera en estos países creció notablemente. Por ello, durante la primera década, hasta casi 1980, se observan aumentos en las extracciones de recursos en prácticamente todas las economías, generalizables para todos los países y materiales, con la excepción de las X en biomasa para Honduras y Venezuela que no han exportado más materiales en biomasa que al comienzo del periodo. Ello resalta los problemas que sufren ambos países para proveer de alimentos a sus habitantes en los últimos tiempos (Landaeta-Jiménez et al., 2018).

En 1980 los precios de las materias primas tocan su máximo y como las economías latinoamericanas se habían endeudado a un nivel peligrosamente alto, las subidas de los tipos de interés de las monedas de dónde provenía el capital extranjero, supusieron un batacazo para la mayoría de los gobiernos latinos. Fue entonces cuando vieron cómo los precios de las materias primas se desplomaban y las inversiones extranjeras desaparecían imposibilitando sus políticas proteccionistas que sustituían importaciones. Eso hizo que tuvieran que reinventarse con un modelo orientado nuevamente a la exportación, influido por las agencias

internacionales de los países industrializados, y aumentando la pendiente en indicadores como DE, X o DMC, así como en los saldos del PTB en los 90.

Este modelo estaría basado en la introducción de la empresa como motor de la economía apoyada por el Estado y no dominada por el mismo, siguiendo las pautas del neoliberalismo que imperaba en ese momento. Las claves de este nuevo modelo estarían en los cambios de modelos organizativos, productivos, en la introducción de tecnología y en la supremacía del mercado sobre el resto de aspectos. Pero con mucho camino por recorrer para alcanzar niveles de países avanzados o industrializados, de donde precisamente procedían estos modelos (Bertola & Ocampo, 2010). Ello sería la clave para impulsar el crecimiento de países como Brasil, Perú o Chile. Países que, con sus salvedades, protagonizan modelos extractivos exportadores neoliberales como representan sus niveles de DE y X per cápita principalmente a partir de mediados de los 90 y a comienzos del periodo para Perú.

Esto ocasionó una reorganización del panorama económico que degradó a puestos menos relevantes del continente a países que antaño habían liderado la economía latinoamericana como Venezuela, uno de los países a contracorriente con modelos anti-neoliberales a partir de 1999. Una tendencia que se extendió durante la década de los 2000 a países como Bolivia, Nicaragua o Ecuador. A excepción de Ecuador, el modelo no funcionará de forma aceptable y las tasas de crecimiento en PIB y PIB per cápita serán deficientes y muy horizontales. Además, tampoco se reducirán los niveles de exportación y extracción en la mayoría de productos. Por el contrario, otras economías que se vieron envueltas en este contexto de controversia económica aprovecharon para aplicar medidas alternativas reformistas y cerraron el gap con los que eran antaño los líderes económicos. Para ello, emplearon las influencias de los miembros de la Universidad de Chicago, pero con matices, tal y como ocurre en Costa Rica.

También existen casos que toleraron mejor los cambios estructurales y que convergieron respecto a países que se situaban al comienzo del periodo en los puestos más altos en el marco económico. Algunos países que convergen con un modelo más puramente extractivo exportador son Perú, Colombia o Chile. Esto nos da muestras claras de que un mayor nivel extractivo puede generar crecimiento, pero no es aplicable a todos los casos. Hay ejemplos de fracasos del modelo como ocurre en Bolivia dónde será sustituido el modelo neoliberal por un modelo económico anti neoliberal, que pese a todo tuvo resultados similares al modelo anterior. En él se ven aumentos de DE y X que no se traducen en aumentos significativos de PIB o PIB per cápita. Todo esto indica que tenemos una variedad dentro de la muestra elegida de modelos económicos, unos más orientados hacia los países industrializados, otros que luchan contra el capitalismo y otros que no abandonan el extractivismo más puro (Crespo-Marín, 2019; Giljum et al., 2008).

Más tarde, la última de las crisis que afectaría al continente sería la de 2012. Lo que supondría una oportunidad durante la crisis de 2008, se transformaría cuatro años más tarde en contratiempo para los países latinos. Con la crisis de los países industrializados en Europa y América del Norte en 2008, las naciones latinoamericanas aprovecharon el fuerte tirón de demanda de China para no perder ritmo de crecimiento y mantener los niveles de X y DE.

Sin embargo, con el estancamiento del gigante asiático a partir de 2012, las economías latinoamericanas se resintieron. Por ello se observan en las extracciones de la década del 2010 desaceleraciones o decrecimientos en la extracción, como ocurre en Brasil, Chile o Argentina, algunos de los países con mayor presencia del gigante asiático. Este bache se terminaría superando para finales del periodo (FMI, 2017). Tras 2017 volverían los crecimientos de las grandes potencias emergentes animando a sus vecinos latinos a seguir la misma senda de tasas de crecimiento mejorando incluso las perspectivas para los años posteriores.

#### 4.2.2. Tendencias exportadoras y contrastes.

El comienzo del periodo estudiado, 1970, marca el punto de partida de los países latinoamericanos en este estudio, el cual vamos a analizar para las naciones. Hay que destacar el comportamiento peculiar que tiene Venezuela ya al comienzo del periodo. Un país que registra niveles de X en términos brutos y per cápita que no serán igualables, ni con la suma de todo el resto de integrantes de la muestra para el mismo año. Esto es fruto de la hegemonía exportadora en materiales relacionados con los combustibles fósiles como el petróleo, del que se llegaron a extraer más de 3,5 millones de barriles por día. Sin embargo, posteriormente conforme avanzamos en el periodo, vemos que se modera este comportamiento y estos niveles súper exportadores se atenúan. Para que nos hagamos una idea de la magnitud, Venezuela en 1970 exporta 19 veces más que Perú o 14 veces más que Chile a nivel per cápita, los países que más exportan en el momento en términos per cápita. Esto refleja el poderío exportador que tenía el país venezolano al comienzo del periodo.

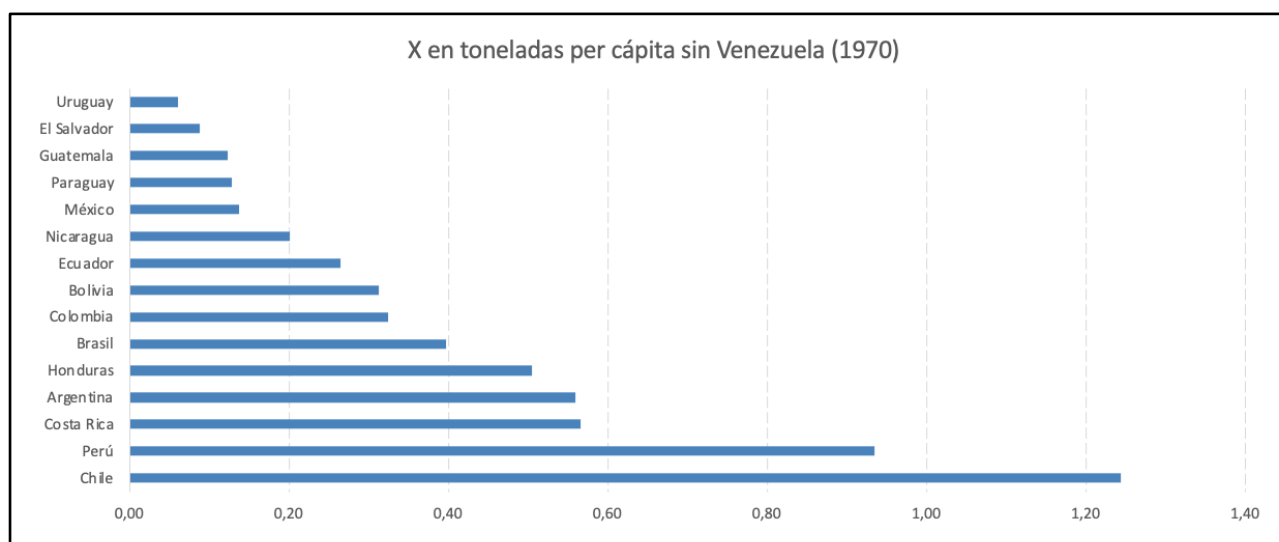


Gráfico 8: Exportaciones en toneladas per cápita sin Venezuela (1970)<sup>6</sup>

Si analizamos el resto de la muestra en toneladas, Brasil, Perú, Argentina, Chile, México y Colombia son los mayores exportadores en toneladas. Son países muy marcados por los modelos extractivos exportadores ya desde el comienzo del periodo. Esta orientación extractiva y comercial continuará a lo largo de las décadas siguientes. Aunque con matices, porque en muchos casos se trasvasará la extracción de un tipo de recursos a otros. Concretamente en el periodo inicial abundará la extracción y exportación de biomasa para la gran mayoría. Solo Venezuela, Bolivia y Colombia se especializarán en la exportación y extracción

<sup>6</sup> Gráfico 8, Exportaciones en toneladas per cápita sin Venezuela (1970). Gráfico de barras de elaboración propia a partir de los datos de la UNEP. Se excluye a Venezuela ya que es considerado como caso atípico para este año y distorsiona los resultados de la gráfica.

de combustibles fósiles. Mientras, Chile, Brasil y Perú se especializarán en minerales. Esta composición cambiará, cada vez se observará una mayor diversificación hacia todos los grupos de materiales. Aunque también este punto de partida marcará en algunos casos el grupo de materiales de “arrastre” de la economía, es decir, el que más actividades externas al propio grupo de materiales genera y el más intensivo en extracciones y exportaciones. Si tenemos en cuenta el tamaño poblacional de los países, los resultados varían. Vemos que los mayores exportadores medidos en toneladas per cápita son Chile, Perú, Costa Rica, Argentina, Honduras y Brasil. Aparecen países que ya dominaban las X en toneladas como Brasil, Argentina, Perú o Chile. Algunos de los países mas poblados del continente.



Gráfico 9: Exportaciones en toneladas sin Venezuela (1970)<sup>7</sup>

Sin embargo, aparecen también otros países como Honduras y Costa Rica. Países en los que, en aquel momento, se vivía una lucha de modelos de sustitución de importaciones. Una encrucijada entre el afloramiento del dominio del mercado o el Estado. Además, fueron dos de las naciones entre las que se fraguaron muchos de los cambios determinantes que condicionarían el futuro de ambas. En Costa Rica por la priorización de la inversión en capital humano e infraestructuras y en Honduras por la salida del Mercado Común Centroamericano (MCCA) tras la guerra de 1969 (López, 2012). Posteriormente, Honduras fortalecería su posición negociadora en base a los modelos neoliberales y se posicionaría ventajosamente respecto a los que antaño fueron sus rivales, Guatemala y El Salvador.

<sup>7</sup> Gráfico 9, Exportaciones en toneladas sin Venezuela (1970). Gráfico de barras de elaboración propia a partir de los datos de la UNEP. Se excluye a Venezuela ya que es considerado como caso atípico para este año y distorsiona los resultados de la gráfica.



A partir de esta representación inicial de la situación, es interesante investigar qué ha ocurrido desde el punto de partida hasta la fecha final, en un periodo prolongado de más de 40 años. Para ello estudiaremos las tasas de crecimiento anual acumulativo (TCAC). Esta herramienta de cálculo nos dará una visión panorámica de la evolución de las exportaciones desde el comienzo. Para analizar esta trayectoria, agruparemos a los países según TCAC, las cuales se pueden observar en el Gráfico 10 recopiladas en colores. Vemos 3 grupos diferenciados, junto con el caso atípico de Venezuela. Este es el único país de la muestra que presenta un decrecimiento de los niveles exportadores. Venezuela presentaba en 1970, tanto en toneladas como en toneladas per cápita, los niveles más altos en X. Venezuela ha pasado de estar en el top 4 de países con mayor PIB y PIB per cápita, a situarse en 40 años en una divergencia abrumadora con respecto a sus compañeros latinos más avanzados, que han impulsado sus exportaciones. Fruto de inestabilidades económicas asociadas a conflictos políticos y civiles internos se han puesto de manifiesto debilidades acrecentadas en las últimas décadas como hiperinflación, deuda pública y privada insostenible o incapacidad para abastecer a su población de recursos primarios (Landaeta-Jiménez et al., 2018). Por lo tanto, no se puede decir que el camino anti neoliberal adoptado por algunos de los miembros latinos haya sido exitoso.

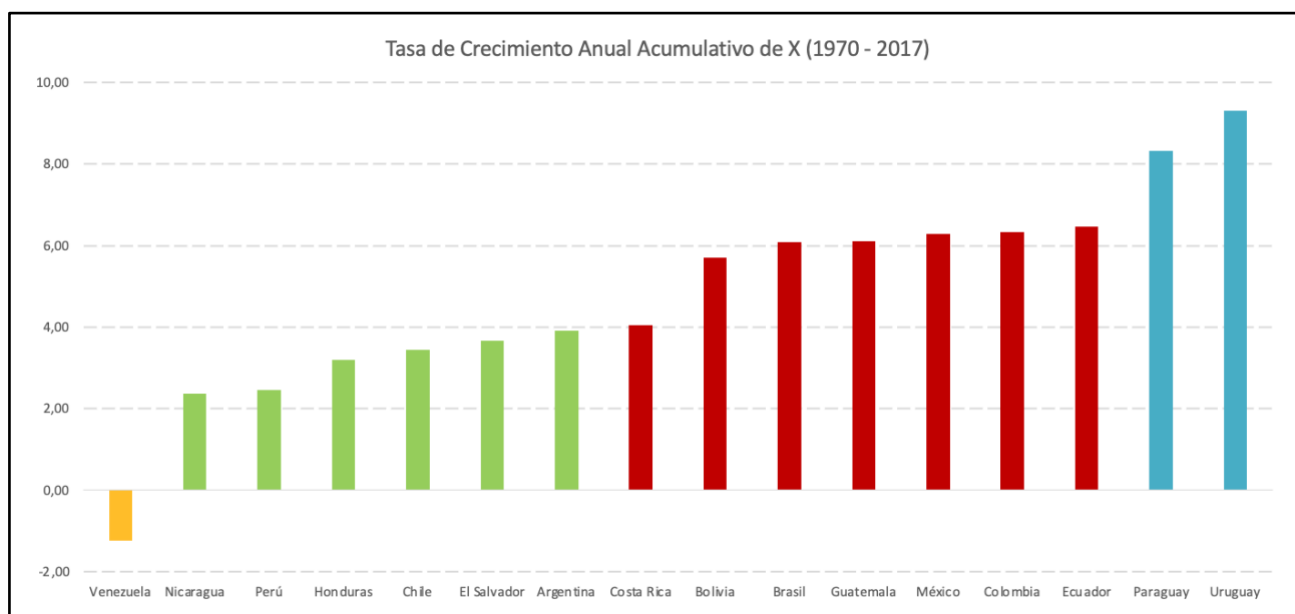


Gráfico 10: Tasas de Crecimiento Anual Acumulativo de X (1970 – 2017)<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Gráfico 10: Tasas de Crecimiento Anual Acumulativo de X (1970 – 20017). Gráfico de elaboración propia a partir de los datos de la UNEP que recoge las tasas de crecimiento acumulativo de 1970 a 2017. Cálculo de las TCAC =  $\left(\left(\frac{X_f}{X_i}\right)^{\frac{1}{T}} - 1\right) * 100$ . Con  $X_f$  = exportaciones finales,  $X_i$  = exportaciones iniciales y  $T$  = periodo muestral.

El resto de grupos a analizar están compuestos por los países que presentan tasas de crecimiento acumulativas superiores al 8% (azul), tasas entre 5% y el 8% (granate) y, por último, los que registran tasas menores al 5% (verde). Los países con tasas superiores al 8% son Paraguay y Uruguay, países caracterizados por un modelo neoliberal exportador, pero con un contraste de matices importante entre ambos. Los dos países comienzan el periodo con niveles exportadores muy modestos que repuntan a finales de los 90 impulsando las TCAC. Esto se produce por la orientación total hacia el modelo extractor exportador neoliberal. Sin embargo, con grandes diferencias entre la adopción del modelo en ambos países. Uruguay con una buena práctica macroeconómica fundamentada en la prudencia, diversificación de socios comerciales y en la potenciación de las medidas sociales conseguirá situarse como el país con mejores niveles de IDH de la muestra, empleando la extracción y exportación de biomasa como motor de impulso hacia las sociedades industrializadas. Concretamente con productos como la soja y el arroz, gracias al clima templado que predomina de forma homogénea a lo largo de la región (Banco Mundial, 2021). Como contraste Paraguay, presenta un enfoque cortoplacista en el que no invierte en medidas de bienestar social y solo enfoca a sus sectores económicos en la extracción y exportación de biomasa para el sustento de la deuda pública. Esto ha llevado a un estancamiento del país y un deterioro de su bienestar, provocando una ineficiencia en el modelo, es decir, muchas exportaciones en niveles per cápita en sectores relacionados con la agricultura, pero poco eficientes a la hora de generar crecimiento por su escaso valor añadido (Banco Mundial, 2020).

El siguiente grupo está formado por naciones en las que las tasas de crecimiento están entre el 5% y el 8%. Estas son Ecuador, Colombia, México, Brasil, Guatemala y Bolivia. Encontramos contrastes en este grupo de países que pueden explicar los crecimientos de estas tasas exportadoras entre los propios miembros del grupo. Para el caso de Brasil o México es claro. Los países más relevantes en el panorama económico en el continente, han enfocado el modelo extractor exportador con éxito, aumentando de forma creciente sus niveles exportadores a lo largo del periodo. La clave del éxito de estos países ha estado en sus ventajas iniciales geográficas y climáticas que les han permitido aferrarse a la diversificación para asegurar el éxito del modelo y el consecuente crecimiento de las exportaciones. En el ámbito político también han seguido un camino adecuado con rigor frente a la inflación, el déficit público y privado y la M de materiales, primando la propia producción frente a la extranjera y diversificando sus destinos de X (Banco Mundial, 2021). Ambos son grandes extractores y exportadores de biomasa en diversidad de productos, por la variedad climática que presentan. Las frutas, hortalizas, caña de azúcar o ganadería son sus principales productos exportados, algunos de ellos cobrando mayor relevancia, por convertirse en inputs para la producción de biocombustibles (EFIMARKET, 2013). En minerales también presentan altos componentes extractores y exportadores a nivel dual,

tanto en materias primas como manufacturas. Son principales exportadores de automóviles o cemento junto con minerales como el oro o la plata. Por último, en cuanto a los combustibles fósiles su papel no tiene nada que envidiar al del resto de materiales, ya que son potencias asentadas en la exportación y extracción de petróleo y sus derivados, principalmente México. Además de estos dos países, tenemos integrados en el grupo a otros países calificados como grandes exportadores de materiales. Dos de los grandes nuevos exportadores de combustibles fósiles más relevantes del continente a nivel per cápita, Colombia y Bolivia. Precisamente, la extracción y exportación de este tipo de materiales hacen que la TCAC se eleve tanto a lo largo del periodo. Esta focalización y especialización en estos materiales se produce para Colombia a mitad de los 80 y para Bolivia en el 2000, periodos para los cuales el modelo neoliberal sugerido por los “Chicago Boys”<sup>9</sup> (González Molina, 2013) cala profundamente en estos países. Para Bolivia, en cambio, encontramos una disrupción política en 2005 anti neoliberal con el ascenso de Evo Morales, al quedar reflejado que el modelo neoliberal extractivo no hacía más que comprometer la sostenibilidad y la supervivencia de sus recursos naturales. Sin embargo, el nivel de los indicadores de DE y X no dejará de crecer continuando con la tendencia del periodo neoliberal (Torrice Terán, 2006). Ambos países también presentan un sector agrícola complementario al de los combustibles fósiles, potenciado por sus condiciones climáticas que les permiten cultivar frutas y café entre otros.

El último grupo, está formado por los países que registran una menor TCAC de X. Estos países son Costa Rica, Argentina, El Salvador, Chile, Honduras, Perú y Nicaragua. Argentina, Chile y Perú pueden encuadrarse en dinámicas similares. Se trata de modelos económicos neoextractivos (Prebisch, 1981)<sup>10</sup> muy parejos, aunque con diferencias tal y como ocurre con Chile y su diversificación frente Perú y Argentina. Sin embargo, los tres presentan tasas de crecimiento de exportaciones más tímidas, ya que al comienzo del periodo ya exportaban a niveles altos y competitivos, fruto del arraigo del modelo de sustitución de importaciones por exportaciones que tenían anteriormente. Argentina y Chile tienen un fuerte componente en biomasa en sectores como la agricultura, favorecida por los climas oceánicos en Chile en el caso de la fruta y templados en Argentina para el caso de la soja. Perú, por su parte, está más enfocado en la extracción de minerales, aunque conforme ha avanzado en el periodo se ha diversificado también hacia los combustibles fósiles, aspecto que ha hecho crecer algo más sus tasas de X, al igual que ocurre con Chile, pero con la biomasa.

---

<sup>9</sup> “Chicago Boys”: Grupo de economistas de la universidad de Chicago, discípulos de Milton Friedman. Responsables de la adopción de los modelos neoliberales de muchos de los países latinoamericanos tras la crisis de deuda latinoamericana de los 80.

<sup>10</sup> Neoextractivismo: Modelo económico de desarrollo basado en el extractivismo. No hay grandes diferencias entre ambos modelos porque su resultado a nivel de impacto en el medio ambiente y en el ámbito social es muy similar. Se basa en la extracción de los recursos en los países periféricos para transformarlos en manufacturas en los países más industrializados.

En el grupo también aparecen un conjunto de países situados en Centroamérica no muy caracterizados por el modelo neoextractivo por su escasez de tierra y recursos a explotar. Han encontrado en los productos manufacturados relacionados con la minería, como microchips o componentes electrónicos, una fuente de recursos importante. Por ello se puede observar un trasvase de exportación y extracción de biomasa hacia minerales en todos estos países en los que este tipo de manufacturas son bastante comunes. Han orientado gran parte de recursos a la inversión en I + D y tecnología muy ligada al impulso de la preservación medioambiental (Cuchillac, 2017), apostando por las energías renovables, lo que puede explicar los decrecimientos en exportación de combustibles fósiles durante el periodo. Algunos países presentan aún extracciones y exportaciones de productos relacionados con la biomasa, pero muy especializados. Es lo que ocurre con Costa Rica y la producción de café o de frutas tropicales como la piña o el mango. Estas características pueden recordar al modelo de crecimiento asiático. Aunque con diferencias, ya que el cambio hacia la orientación productiva y tecnológica en Asia no estaba condicionada a acreedores de deuda que imponían restricciones y marcaban las direcciones en las que el continente debía actuar. Esta restricción ha podido dificultar la toma de medidas de cambio estructural determinantes en política comercial, política industrial y recuperación de capacidad institucional. El único país que ha logrado de forma más cercana aproximarse al modelo asiático ha sido Costa Rica, precisamente por disponer de suficiente capacidad institucional y no estar ligado a la lacra de deudas impagables. Finalmente, para poder establecer una visión general de lo ocurrido en el periodo, es relevante realizar una fotografía final para observar cómo queda el panorama por naciones en 2017 en X.

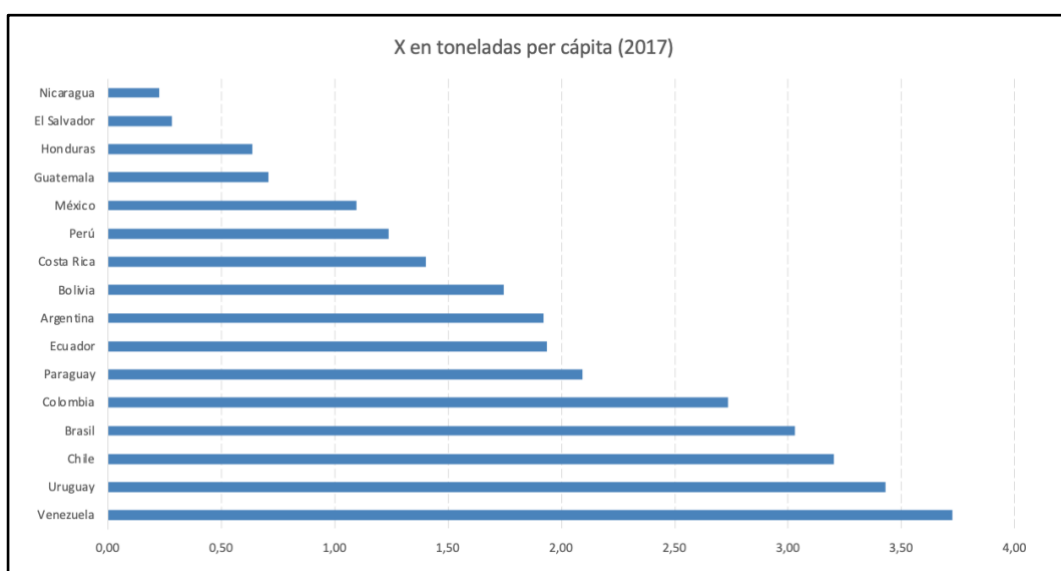


Gráfico 11: Exportaciones en toneladas per cápita (2017)<sup>11</sup>

<sup>11</sup> Gráfico 11, Exportaciones en toneladas per cápita (2017). Gráfico de barras de elaboración propia a partir de los datos de la UNEP.

Podemos comenzar resaltando la posición final de Venezuela. Ya hemos comentado su evolución a la baja a lo largo del periodo y como vemos, esto queda reflejado en las X a nivel per cápita. Han descendido más de 4 veces los niveles iniciales, pudiendo indicar una posible relación entre disminuciones de X y PIB per cápita. Mientras, otros países que comenzaban el periodo como exportadores fuertes dentro del panorama, se han afianzado en el modelo neoextractivo, han aumentado sus niveles per cápita aún más, como ocurre con Chile, Brasil, Colombia o Argentina. Otros han quedado algo atrás, pero siguen con niveles importantes como Perú, Bolivia, Ecuador o Costa Rica. Se puede hacer una comparación entre los dos primeros y los dos últimos países, porque mientras los primeros optan por acceder a modelos más similares a países industrializados y persiguen dejar atrás el extractivismo, Perú y Bolivia siguen apostando por la extracción y exportación de materias primas. Del resto de países habría que destacar el nivel de Uruguay y Paraguay, ya esperado por sus elevadas TCAC. También son llamativos los niveles moderados per cápita de México.

Si pasamos al análisis en toneladas, hay un predominio abismal de Brasil sobre el resto de países, el cual supone todas las exportaciones que realizan Venezuela, México, Colombia, Chile y Argentina juntos. De este modo, podemos comprender cómo es posible que Brasil, se sitúe como una de las potencias emergentes más relevantes internacionalmente. Es importante resaltar los niveles en toneladas de Uruguay y Paraguay, no muy altos, dando énfasis a la importancia de analizar desde las dos perspectivas métricas. También es reseñable el nivel exportador de Perú, que, si ya veíamos que había sido relegado en X per cápita, en toneladas vuelve a estarlo.

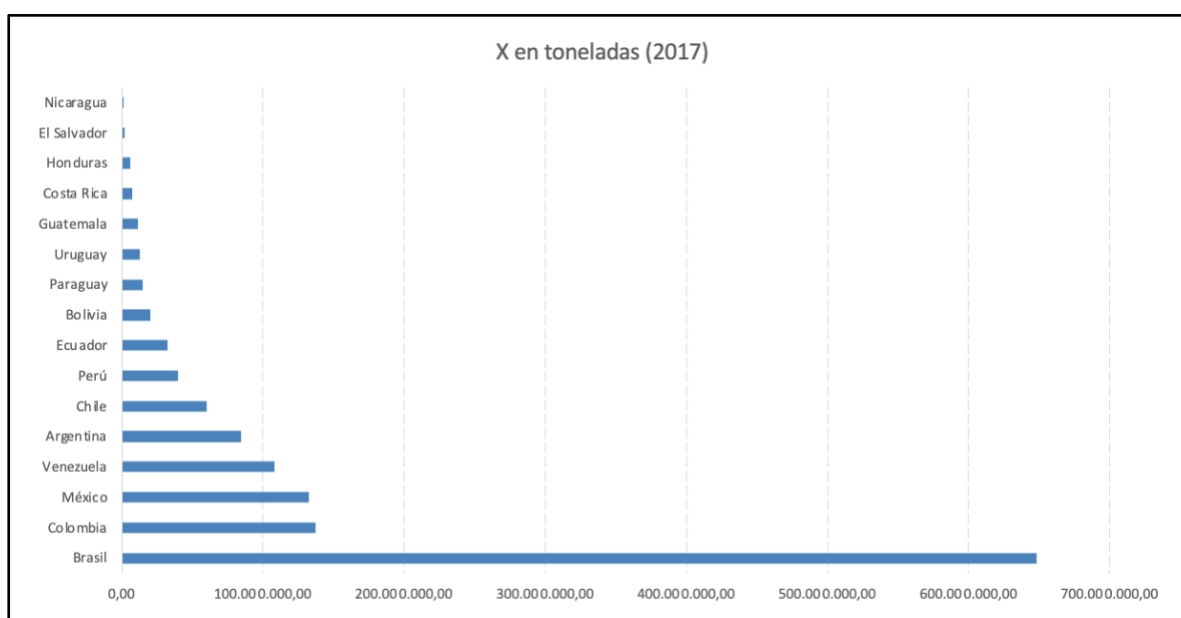


Gráfico 12: Exportaciones en toneladas (2017)<sup>12</sup>

<sup>12</sup> Gráfico 12: Exportaciones en toneladas (2017). Gráfico de barras de elaboración propia a partir de los datos de la UNEP.

Por último, el abandono de algunos países centroamericanos del modelo puramente extractivo ha dado paso a alternativas sectoriales emergentes en este momento, relacionadas con los avances tecnológicos y las energías renovables. Sin embargo, con toda esta información surgen dudas. ¿Realmente funcionan los modelos adoptados a mitad de los 80 y 90? Esto es lo que se quiere analizar, para concluir acerca de la validez de los modelos para crecer de un modo sostenible en el tiempo. Ello lo averiguaremos en un primer paso de forma gráfica, y mediante el empleo de la econometría, haciendo uso de los indicadores sociometabólicos, que son los que nos marcan las características y diferencias en la adopción del modelo objeto de análisis.

En el gráfico 13 se puede observar la existencia de evidencia mixta. El caso de Nicaragua nos dice que un aumento del PIB per cápita no se traduce en un aumento de las exportaciones. Además, es importante resaltar, que un mayor crecimiento del PIB per cápita tampoco garantiza crecer más en niveles de exportadores, dando muestra de posibles comportamientos atípicos que muestran un agotamiento del uso de los modelos extractivos y exportadores. Ejemplo de esta afirmación es el caso de Chile o Costa Rica respecto a los integrantes del grupo primero o segundo. Estos países con TCAC en X en toneladas per cápita crecen más que Chile y Costa Rica en X, pero ninguno de ellos crece más en PIB per cápita, o si lo hacen en el caso de los países del primer grupo las diferencias son mínimas.

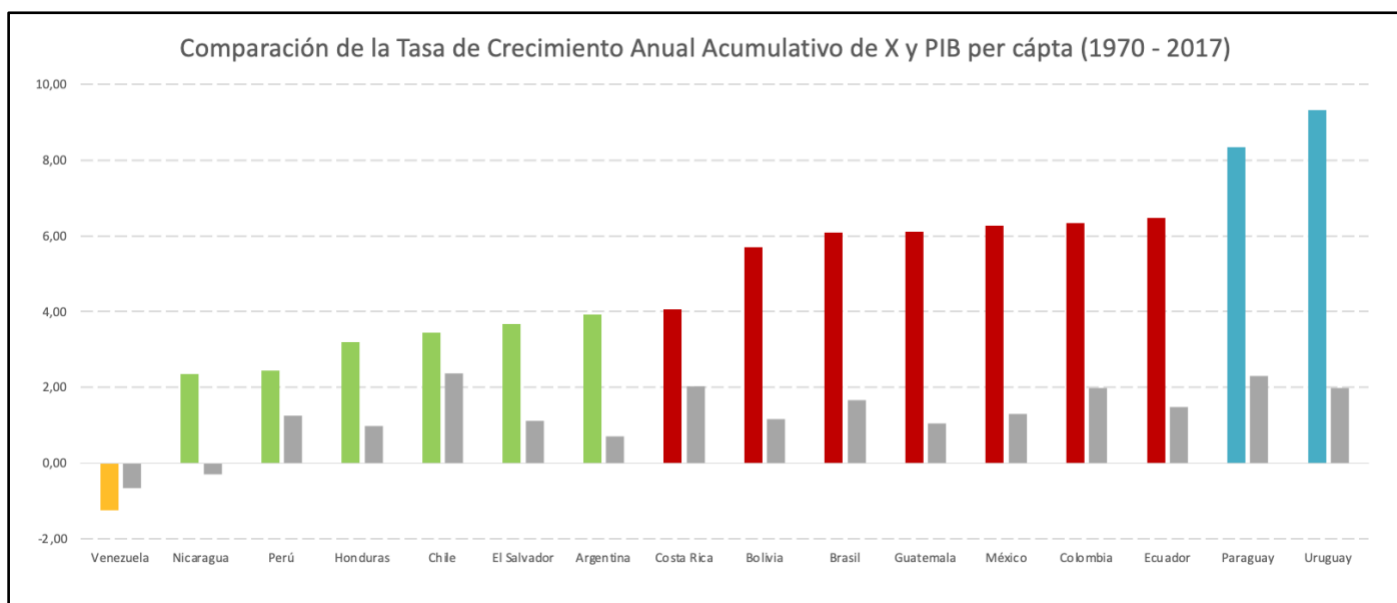


Gráfico 13: Comparación de las TCAC de X y PIB per cápita (1970 – 2017)<sup>13</sup>

<sup>13</sup> Gráfico 13: Comparación de las TCAC de X y PIB per cápita (1970 – 2017). Gráfico de elaboración propia a partir de los datos de la UNED. Vienen representadas en color las TCAC de X y en gris las TCAC de PIB per cápita.

Esto evidencia que los crecimientos de PIB per cápita de Costa Rica o Chile son muy superiores y no responden ante aumentos de las X en cuanto a toneladas per cápita porque si no deberíamos observar crecimientos de las X muy superiores que para el resto de los países. Es decir, existiría algún factor más capaz de explicar el crecimiento en niveles per cápita, desvirtuando la focalización de extraer para exportar. También es interesante observar como países con modelos puramente neoextractivos, como Bolivia o Perú, registran TCAC en PIB per cápita relativamente bajas. Por ello no es descabellado pensar, que uno de los factores clave puede residir en cómo se aplica el modelo, porque vemos que el modelo desde una aplicación literal, aplicando una desregulación total y un enfoque absoluto hacia las extracciones despreocupándose de las medidas relacionadas con el bienestar y la inversión en capital humano y físico, han generado resultados mixtos no avalables. El motivo de su inviabilidad está en sus resultados en crecimiento de PIB y PIB per cápita y en las externalidades y efectos negativos que han ocasionado a la sociedad y al medioambiente.

Con este acercamiento queda evidenciada la necesidad de analizar econométricamente la relación entre los indicadores que marcan la aplicación del modelo y el PIB per cápita. Porque, aunque observamos algunas tendencias claras, sigue existiendo una evidencia mixta que no permite responder de forma concisa a la pregunta.

## 5. Análisis econométrico.

Finalmente, complementaremos el estudio mediante un análisis econométrico para evaluar la posible existencia de patrones de desmaterialización en los países latinoamericanos seleccionados.

Recordamos que disponemos de 16 países y un periodo que va de 1970 a 2017, contando con un total de 15 variables, de forma que cada una contiene 768 observaciones. Toda esta información está dispuesta en formato panel permitiéndonos evaluar de forma más precisa qué ocurre con los países. Además, este enfoque permite observar las relaciones entre los indicadores sociometabólicos y el PIB per cápita de un modo más preciso, dando una mayor diversidad de enfoques al trabajo y realzando la importancia multidisciplinar en el análisis.

Esta aproximación econométrica se ha realizado tanto de forma lineal como cuadrática, siguiendo la línea del trabajo de Steinberger (2013). No obstante, debido a la evidencia disponible y a los resultados obtenidos, sólo se muestran los resultados de la estimación lineal, dejando la relación cuadrática expuesta en el apéndice (Tablas 6, 7, 8, 9 y 10).

En concreto, la aproximación lineal utiliza una ecuación constituida por el indicador socio metabólico correspondiente, al cual identificaremos con las siglas  $MEFA_{it}$ , en términos per cápita. Así,  $MEFA_{it}$  puede referirse a DMC, DE, M o X. Este será la variable dependiente en todas las especificaciones y se presenta en logaritmos. Además, en las ecuaciones se incluye una constante ( $\alpha$ ) y el PIB por habitante en logaritmos ( $Log(Ypc_{it})$ ). A este respecto, es importante destacar que las variables se presentan en términos per cápita para corregir el efecto escala o tamaño de los países, como se ha indicado con anterioridad. Finalmente, ( $\mu_{it}$ ) representará el término de error correspondiente,  $i$  es el identificador de país y  $t$  el del periodo o año.

$$Log(MEFA_{it}) = \alpha + \beta Log(Ypc_{it}) + \mu_{it} \quad (1)$$

En una segunda especificación (ecuación 2), se lleva a cabo el mismo proceso, estimando la ecuación 1, pero añadiendo variables ficticias o efectos fijos por país ( $\delta_i$ ). Se trata de variables que intentan recopilar las diferencias entre los diferentes países de la muestra que no se modifican en el tiempo (por ejemplo, sus características geográficas, su latitud, etc.). Las variaciones que se obtengan de estos efectos fijos estarán asociadas a variables omitidas que varían entre los países pero que son comunes a lo largo del período 1970-2017.



$$\text{Log}(MEFA_{it}) = \alpha + \beta \text{Log}(Ypc_{it}) + \delta_i + \mu_{it} \quad (2)$$

Por último, estimamos una última ecuación (3), esta vez compuesta por los argumentos de la ecuación (2), pero añadiendo además, como término explicativo adicional, variables ficticias para cada año ( $\gamma_t$ ), las cuales representan los efectos fijos temporales. Esto complementa al modelo (2), porque ahora somos capaces de controlar por las variables que son constantes entre los países pero que sí evolucionan a lo largo del tiempo (este es el caso, por ejemplo, de cambios tecnológicos que afecten a todos los países de Latino América por igual. Es decir, el modelo (3) recogerá efectos fijos por país y temporales.

$$\text{Log}(MEFA_{it}) = \alpha + \beta \text{Log}(Ypc_{it}) + \delta_i + \gamma_t + \mu_{it} \quad (3)$$

Finalmente, es importante destacar que todas las especificaciones son estimadas utilizando errores robustos para poder llevar a cabo contrastes de hipótesis o inferencia estadística. Con todo esto, trataremos de evaluar la relación de los indicadores de MEFA con el PIB per cápita. Asimismo, se analizan las posibles relaciones de heterogeneidad entre las variables.

Como introducción, en primer lugar, analizaremos un panel de gráficos de dispersión de los indicadores socio metabólicos y la variable PIB per cápita (ambos en términos logarítmicos). Este primer análisis gráfico es muy relevante para poder intuir qué nos van a ofrecer las estimaciones. Según puede observarse en el Gráfico 14, todos los indicadores socioeconómicos tienen relaciones positivas y directas respecto al PIB per cápita. Es decir, a medida que aumenta el PIB per cápita de los países, aumentan los niveles de los indicadores sociometabólicos. Cabe destacar que existen matices entre los distintos indicadores, ya que se observan unas relaciones más intensas que otras. Por ejemplo, parece que el efecto del PIB per cápita ha sido más intenso en los indicadores relacionados con el comercio exterior, lo cual se muestra por las pendientes más marcadas de la relación. Sin nos fijamos, esto es especialmente relevante para el caso de las exportaciones. En este sentido, sabemos que a medida que aumentan los niveles de PIB per cápita y se acercan a los niveles de países industrializados, la composición sociometabólica va a tender a asemejarse más a los países más desarrollados. Ello supondrá el aumento de los niveles de importaciones y exportaciones, junto con las huellas ambientales producidas por

el consumo de materiales. Sin embargo, el periodo analizado es de intento de “transición” hacia las economías industrializadas. Los niveles de DE siguen siendo demasiado altos, y las relaciones se mantienen positivas respecto a los aumentos de PIB per cápita, fruto del arraigo a la idiosincrasia latina intensiva en mano de obra, explotación de la tierra y aprovechamiento de recursos naturales. Ello resulta muy contradictorio con los modelos más intensivos en tecnología y productividad que presentan los países industrializados.

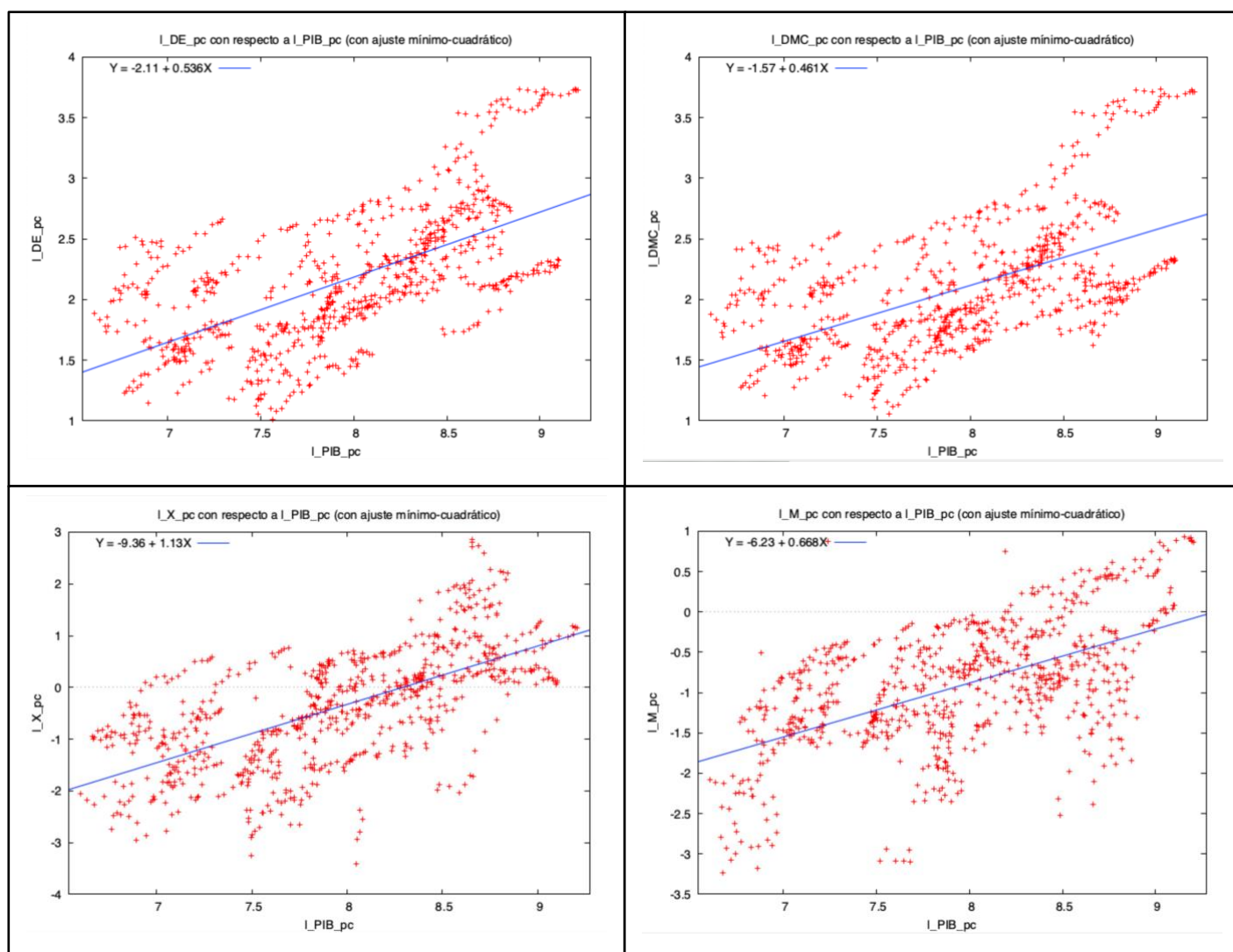


Gráfico 14: Panel de gráficos de dispersión de los indicadores socioeconómicos respecto del PIB per cápita.

Otro aspecto relevante con respecto al Gráfico 14 es que dentro de la gran nube de puntos se observan pequeñas agrupaciones de observaciones. Estas podrían estar indicando que, pese a que las relaciones siguen siendo positivas, pueden existir características diferenciales de los países que les hagan alejarse de la tendencia general, siendo necesario incluir este aspecto en el posterior análisis

econométrico. A continuación, teniendo en cuenta esta información introductoria gráfica, analizamos económicamente el consumo doméstico directo de materiales secuencialmente. Elegimos a este indicador porque agrupa en su cálculo el comportamiento de las X, M y DE. Recordemos que pretendemos estimar su relación con el nivel de desarrollo de los países a lo largo del tiempo, intentando contrastar la potencial existencia de una relación de desmaterialización y éxito del modelo.

El primero de los pasos es estimar los modelos (1), (2) y (3), que hacen referencia a una relación lineal genérica entre las variables. Los resultados vienen recogidos en la Tabla 1. De los resultados obtenidos elegiremos el que mejor se ajuste en base a criterios como la significatividad de las variables o el ajuste del coeficiente de determinación corregido.

Tabla 1: resultados de la estimación de los modelos (1, 2 y 3).

<b>Log(DMC_pc)</b>	<b>(1)</b>	<b>(2)</b>	<b>(3)</b>
<b>CONSTANTE</b>	-1.56965 (1.33922)	-5.23997 *** (0.982300)	-4.13495*** (1.05979)
<b>Log(PIB_pc)</b>	0.460828** (0.170654)	0.922702*** (0.123613)	0.782870*** (0.137445)
Observaciones	768	768	768
R2 ajustado	0.314770	0.913222	0.923323
Efecto fijo por país	NO	SÍ	SÍ
Efecto fijo temporal	NO	NO	SÍ

Nota: Errores estándar robustos entre paréntesis.

\*\*\* significativo al 1%, \*\* significativo al 5%, \* significativo al 10%

Tras la estimación secuencial de las tres variantes del modelo planteado, claramente se pueden extraer varias conclusiones relevantes. La relación entre el indicador DMC y la variable PIB per cápita es positiva y significativa en las tres estimaciones realizadas. Esto nos indica que la relación entre ambas es relevante. Además, la elasticidad entre el DMC por habitante y el PIB per cápita varía de forma considerable cuando tenemos en cuenta los efectos fijos por país, pasando de un 0,46% a 0,92%.

Cuando introducimos los efectos fijos temporales, esta elasticidad se ve resentida y disminuye hasta 0,78%. Esto puede indicar que dentro de nuestra muestra características como la geografía o el clima de los países potencian positivamente la elasticidad cuando introducimos efectos fijos por país. Mientras que, cuando se tienen en cuenta efectos fijos temporales simultáneamente, como posibles acuerdos comerciales, que entren a regular las condiciones comerciales internacionalmente dentro de la región, la elasticidad se ve modificada.

Si nos detenemos en la significatividad, vemos que tanto el modelo 2 y 3 tienen todas sus variables significativas a un nivel del 1% mientras que el modelo 1 solo tiene la variable PIB per cápita como significativa al 5%. Si comparamos los  $R^2$  corregidos, el modelo 2 es preferido al 1 porque hay un salto notorio en el ajuste cuando introducimos efectos fijos por país. El modelo 3 es preferido al 2 porque al introducir los efectos fijos temporales junto con los fijos por país, aumentamos un poco más el ajuste. Por ello la elección en cuanto a significatividad para los modelos 2 y 3 sería favorable hacia el modelo 3 porque se observa una significatividad de los efectos fijos por país y temporales de forma conjunta, además en cuanto al ajuste el modelo 3 es preferido al 2. Por ello nos quedamos con el modelo 3 con efectos fijos por país y temporales. Además, la Tabla 1 nos indica resultados destacables. Aumentos del 1% en el PIB per cápita se traducen en aumentos del DMC en 0,78%. Esto quiere decir que no hay indicios de una relación de desmaterialización en ningún caso al aumentar el PIB per cápita. Al contrario, aumentos en el PIB per cápita se trasladan a mayores huellas medioambientales en los ecosistemas y el medio ambiente. Confirmando ese “Trade-off” que divisamos en el análisis descriptivo. Acercarse a niveles de PIB per cápita de países industrializados genera una mayor huella medioambiental.

El segundo paso consiste en llevar a cabo un análisis de heterogeneidad. Con este se pretende establecer si existen patrones de comportamiento similares o divergentes entre grupos de países y periodos temporales. Para ello, dividimos la muestra en base al PIB per cápita, a la DE y al periodo temporal.

En primer lugar, consideramos tres grupos de países según su renta por habitante: Países con más de 5000\$ per cápita, países entre 4000\$ y 5000\$ per cápita y países con menos de 4000\$ per cápita.

Dentro del primer grupo de países con PIB per cápita por encima de 5000\$ encontramos a Chile, México, Uruguay, Costa Rica y Argentina.

En el segundo, grupo de PIB per cápita “medio”, estarían Brasil, Colombia, Perú, Venezuela. Por último, en el tercer grupo con un PIB per cápita inferior a 4000\$ podemos situar a Ecuador, El Salvador, Guatemala, Paraguay, Honduras, Nicaragua, Bolivia.

Tabla 2: resultados de la estimación por grupos de PIB per cápita empleando el modelo 3.

<b>Log(DMC_pc)</b>	<b>Más de 5000\$</b>	<b>De 4000\$ a 5000\$</b>	<b>Menos de 4000\$</b>
	<b>“Alto”</b>	<b>“Medio”</b>	<b>“Bajo”</b>
<b>CONSTANTE</b>	-6.28322*** (1.08363)	-1.84132 (2.86852)	-3.12873*** (0.736810)
<b>Log(PIB_pc)</b>	1.04257 *** (0.131288)	0.460142 (0.353667)	0.666410*** (0.105380)
Observaciones	240	192	336
R2 ajustado	0.902329	0.846811	0.902216
Efecto fijo por país	SÍ	SÍ	SÍ
Efecto fijo temporal	SÍ	SÍ	SÍ

Nota: Errores estándar robustos entre paréntesis.

\*\*\* significativo al 1%, \*\* significativo al 5%, \* significativo al 10%

De los resultados de la Tabla 2 podemos destacar que el PIB per cápita afecta de forma directa a DMC en todos los grupos de países, aunque dicho efecto solo es significativo (al 1%) para las áreas de renta alta y baja. La no significatividad del grupo de renta media es posiblemente achacable al comportamiento atípico de alguno de los países. En concreto, Venezuela ha podido influir negativamente en la estimación ya que a lo largo del estudio se le ha tratado en muchas ocasiones de outlier por su inestabilidad en indicadores sociometabólicos y macroeconómicos, al reflejar gráficamente desplomes, subidas exponenciales y comportamientos nada estables.

Volviendo a los resultados significativos, los grupos de alta y baja renta confirman que aumentos en el PIB per cápita se traducen en aumentos del DMC. Recordemos que el indicador DMC se construía mediante la DE sumándole M y restándole las X. Esto ayuda a concluir que cuanto más aumenta el PIB per cápita, mayor es el crecimiento de la huella medioambiental. Es decir, el modelo neoliberal se retroalimenta y se intuyen incrementos de las DE y de las M, reflejando implicaciones preocupantes para la sostenibilidad ambiental. Puede decirse que los países con modelos neoliberales no abandonan las costumbres extractivas y además aumentan su huella medioambiental por el incremento de la capacidad importadora. Sin duda, el impacto del nivel de desarrollo más elevado se produce en los países con mayor nivel de renta, para los cuales se observa una elasticidad

de 1.04. Ello parece eliminar cualquier posibilidad de avanzar hacia una desmaterialización real de las economías latinoamericanas.

El segundo conjunto de grupos para el que se trata de buscar patrones diferenciales que dividan la muestra según el indicador sociometabólico DE. Esto es, se clasifican al conjunto de países según su nivel extractivo. Encontraremos de nuevo tres grupos diferenciados. Aquí se encuentran los países que presentan niveles extractivos altos, superiores a las 20 toneladas per cápita, observando niveles que rondan las 40 toneladas per cápita al final del periodo. Este grupo está representado por Uruguay y Chile. En un segundo grupo, con niveles medios oscilando entre las 20 y 10 toneladas per cápita, se representan gran parte de las tendencias latinas a nivel extractivo con países como Brasil, Argentina, Perú, Bolivia, Paraguay y Venezuela. Por último, tendríamos un grupo con países que extraen menos de 10 toneladas per cápita, países con modelos neo-extractivos híbridos o que tienen niveles muy próximos a las 10 toneladas per cápita. Estos pueden considerarse áreas como Ecuador, México, Colombia, Costa Rica, Guatemala, Nicaragua, Honduras y El Salvador.

Tabla 3: resultados de las estimaciones por grupos de DE empelando el modelo 3.

<b>Log(DMC_pc)</b>	<b>Mas de 20 toneladas per cápita</b>	<b>De 20 a 10 toneladas per cápita</b>	<b>Menos de 10 toneladas per cápita</b>
<b>CONSTANTE</b>	3.49463** (0.232141)	-3.84177** (1.31632)	-1.70510 (1.17249)
<b>Log(PIB_pc)</b>	-0.127353*** (2.60921e-08)	0.776077*** (0.174220)	0.428096** (0.155550)
Observaciones	96	288	384
R2 ajustado	0.964319	0.770843	0.885020
Efecto fijo por país	SÍ	SÍ	SÍ
Efecto fijo temporal	SÍ	SÍ	SÍ

Nota: Errores estándar robustos entre paréntesis.

\*\*\* significativo al 1%, \*\* significativo al 5%, \* significativo al 10%

Así, de la tabla 3 podemos extraer resultados interesantes, con patrones bien diferenciados en función del nivel extractivo. Mientras que los países con DE medio y bajo muestran una relación positiva y significativa entre el PIB per cápita y el DMC, esta sería negativa para aquellas áreas con un perfil extractivo alto. En concreto, estos países muestran que aumentos del 1% en el PIB per cápita se traducen en disminuciones del DMC de un 0,12% con una significatividad de los resultados del 1%. Vemos que el modelo neoliberal tiene un punto en el que deja de retroalimentarse y pasa a adoptar otros patrones de comportamiento reduciendo DE y X conforme aumenta su PIB per cápita. En este caso sí que podría confirmarse cierta tendencia a la desmaterialización, aunque el efecto todavía puede considerarse moderado. Algunas de las razones de este comportamiento serían la mayor conciencia ambiental o el hecho de haber alcanzado los límites de la sostenibilidad ambiental en las regiones más extractivas. Por el contrario, vemos que los países situados en niveles extractivos medios siguen presentando ese patrón lineal en el que aumentos del 1% en el PIB per cápita se traducen en aumentos del 0,77% en el DMC. Este grupo representa de manera bastante fiel los patrones del continente en general. Algo similar, pero a menor nivel, ocurre en el último grupo de nivel extractivo bajo, en el que aumentos del PIB per cápita del 1% se traducen en aumentos del DMC del 0,42%. Como vemos, serían algo menores que los niveles en los que se traducían en el grupo medio. Esto es explicado por los rasgos característicos de estas economías. Se trata de áreas menos focalizadas en la explotación y exportación pura de recursos, y más proactivas en ámbitos relacionados con el crecimiento a largo plazo como la inversión en el capital humano, en infraestructuras o en tecnología.

Adicionalmente, se va a realizar una división del periodo en 3 etapas diferenciadas, con el objetivo de evaluar las diferencias en función de las etapas históricas consideradas. El primer periodo, que va de 1970 a 1979, está caracterizado por la lucha dentro de los mercados y la pugna del Estado y el mercado como mecanismo regulador. Se trata del periodo anterior al estallido de la crisis de deuda de los 80. La segunda etapa abarca desde 1980 hasta el año 2000. Serían dos décadas marcadas por la crisis de deuda latinoamericana y por el afloramiento y adopción de los modelos neoliberales de la escuela de Chicago. Por último, caracterizamos un periodo que va del inicio del siglo XXI al 2017. Esta etapa vendría marcada por la interiorización del modelo neoliberal y el intento de convergencia con los países industrializados.

En vista de la Tabla 4, podemos observar resultados relevantes principalmente para las dos últimas etapas. El efecto del PIB por habitante es siempre directo, pero los resultados que obtenemos en el primer periodo no son significativos. Posiblemente ello es debido a que se trata de un periodo en el que la relación del DMC con los crecimientos de PIB per cápita son muy diversos y no hay claras tendencias ni patrones entre ambas variables. Sin embargo, a partir de 1980 sí que

se puede divisar ya una relación más clara que nos puede indicar que a medida que avanza el tiempo y adquiere protagonismo el modelo neextractivo, se pierde fuerza en la retroalimentación del DMC. Es decir, una economía que está basada en este modelo, al comienzo experimenta crecimientos en DMC más altos dados unos aumentos de PIB per cápita, y conforme avanzamos en el periodo, estos aumentos disminuyen.

Tabla 4: resultados de las estimaciones por periodos temporales empleando el modelo 3.

<b>Log(DMC_pc)</b>	<b>1970 - 1979</b>	<b>1980 - 2000</b>	<b>2001 - 2017</b>
<b>CONSTANTE</b>	-0.438915 (0.856019)	-4.21566*** (1.18708)	-1.79653 (1.21630)
<b>Log(PIB_pc)</b>	0.300469 (0.111377)	0.783990*** (0.150181)	0.498796*** (0.153015)
Observaciones	160	336	272
R2 ajustado	0.972017	0.949223	0.983323
Efecto fijo por país	SÍ	SÍ	SÍ
Efecto fijo temporal	SÍ	SÍ	SÍ

Nota: Errores estándar robustos entre paréntesis.

\*\*\* significativo al 1%, \*\* significativo al 5%, \* significativo al 10%

Esta relación circular estaría relacionada con el comportamiento que hemos divisado en el análisis de la Tabla 3, en la que se intuye un patrón de comportamiento por países similar a la EKC en su parte creciente. Esto es, los países con niveles extractivos mayores alcanzan un punto en el que un mayor PIB per cápita deja de generar inercias extractivas y comienzan a experimentarse fenómenos de desmaterialización relativa. Ello se observa en que, al incrementar el desarrollo en el tiempo, la DMC aumenta, pero estos incrementos cada vez son menores. En algunas ocasiones, estos aumentos crecientes se convierten en reducciones, tal y como muestran los ejemplos de Uruguay y Chile de la Tabla 3, con estimaciones que muestran relaciones negativas entre los aumentos de PIB per cápita y las DE.



Por último, en la Tabla 5 se muestran los resultados de la estimación, en las que como variable dependiente se usan los indicadores que conforman el DMC, analizando su relación con el PIB per cápita. Ello nos permitirá determinar si los comportamientos entre variables son similares y qué diferencias se encuentran entre ellos.

Tabla 5: resultados de la estimación del modelo 3 empleando todos los indicadores MEFA como endógenas.

<b>Log(MFA_pc)</b>	<b>DMC_pc</b>	<b>DE_pc</b>	<b>X_pc</b>	<b>M_pc</b>
<b>CONSTANTE</b>	-4.13495*** (1.05979)	-5.03066*** (1.12076)	-14.7632*** (4.11998)	-7.66887*** (1.40409)
<b>Log(PIB_pc)</b>	0.782870*** (0.137445)	0.912117*** (0.147653)	1.79368*** (0.530539)	0.804316*** (0.177414)
Observaciones	768	768	768	768
R2 ajustado	0.923323	0.929429	0.874714	0.866375
Efecto fijo por país	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Efecto fijo temporal	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ

Nota: Errores estándar robustos entre paréntesis.

\*\*\* significativo al 1%, \*\* significativo al 5%, \* significativo al 10%

A nivel general, los resultados de la Tabla 5 reflejan relaciones directas positivas. Es decir, los incrementos porcentuales en PIB per cápita se traducen en aumentos positivos en el resto de los indicadores socioeconómicos. Los aumentos del 1% del PIB per cápita generan aumentos del 0,78% y 0,80% para el DMC y M per cápita respectivamente. Estos aumentos son algo superiores para el DE per cápita con un 0,91% por cada 1% que aumenta el PIB per cápita. Más desmarcada del resto de indicadores es la elasticidad de las X per cápita. Con un aumento por cada 1% de PIB per cápita del 1,79%, lo que parece indicar que aumentos en el PIB per cápita refuerzan de forma mucho mayor las X frente al resto de indicadores. Esto reafirma la idea de que los países en su mayoría se sitúan en una zona de la EKC a la izquierda del punto de inflexión, que supone el comienzo de la desmaterialización.

Así pues, parece que la mayoría de países del continente presentan un modelo de crecimiento neoliberal extractivo sin madurar en el que los aumentos de PIB per cápita se traducen en incrementos de DE y X. Por lo tanto, los aumentos del PIB per cápita producen efectos más intensos sobre los indicadores en los que se asientan las bases del modelo neoliberal latinoamericano, repercutiendo de forma más moderada en M.

## 6. Conclusiones.

A grandes rasgos existe un consenso a nivel global que caracteriza a América Latina como un continente extractivo, exportador y suministrador de recursos. Sin embargo, quedan algunos aspectos en los que hay debate en torno al modelo de crecimiento adoptado por los países que componen el continente. Para aportar alguna evidencia en torno a ese debate, este trabajo cuantifica el flujo de materiales utilizando algunos indicadores estándar de la metodología MEFA, para el periodo 1970-2017, tratando de ver si el continente ha experimentado un fenómeno de desmaterialización, si los modelos han generado crecimiento, y si son sostenibles temporal y ambientalmente.

El trabajo ha corroborado la literatura existente acerca del flujo de materiales, avalando la denominación que muchos autores atribuyen al continente calificándolo de suministrador de materias primas. También ha confirmado que gran parte de los recursos extraídos son destinados a la comercialización y destacan en materiales relacionados con la biomasa, los minerales y los combustibles fósiles, por lo que a nivel continental está muy diversificado.

Además, se han aportado evidencias novedosas que han enriquecido el saber relativo a los flujos biofísicos y sociometabólicos en el área estudiada. Con los resultados del trabajo se puede afirmar que es más coherente un análisis a nivel de país por las diferencias existentes entre los países en aspectos culturales, institucionales, geográficos y climáticos que han marcado el devenir de las economías.

Se aprecia un gran contraste entre los modelos adoptados en los diferentes países del continente y no se puede generalizar un único modelo para todos los países. El éxito del modelo reside en las condiciones iniciales de partida a nivel geográfico y climático, junto con la elección del momento en que se orientan los recursos hacia la inversión en capital humano y físico, las infraestructuras y tecnología, todos ellos financiados con la extracción y comercialización de recursos. Para ello se necesitan unas instituciones con la capacidad suficiente junto con la apuesta por la diversificación en extracción y comercialización, replicando en cierta medida el modelo asiático.

Se ha confirmado un “Trade-off” en los países en cuanto al crecimiento y aumento del DMC, implicando mayores huellas medioambientales. Este patrón se detecta tanto a nivel descriptivo como econométrico, porque el crecimiento en PIB per cápita no ha dado indicios de desmaterialización, sino de mayor huella medioambiental impulsada por aumentos en la DE y M, por el avance de los países y la necesidad de mayor número de manufacturas. Estas tendencias a nivel econométrico son homogéneas si atendemos al nivel de PIB per cápita de los

países (alto, medio o bajo), encontrando incluso mayor impacto en los países con rentas más altas. No se puede afirmar de forma rotunda que ocurra lo mismo si atendemos a la clasificación por número de toneladas extraídas a nivel per cápita ya que en este caso existe una divergencia parcial. Esto es, alguno de los países con mayores extracciones parece que comienzan a entrar en un proceso de desmaterialización relativa, aunque son dos casos aislados y a nivel general no ocurre. Si atendemos al periodo temporal aparece una disminución gradual de las elasticidades entre PIB per cápita y DMC que, aunque son positivas en todos los casos, podrían mostrar que en las últimas décadas la retroalimentación de los modelos extractivos exportadores se haya reducido, al ser su magnitud cada vez menor. Este hecho es un indicador de la disminución de la intensidad en la utilización de los recursos.

Finalmente, a raíz de todo lo expuesto anteriormente, se puede confirmar que Latino América no sufre un periodo de desmaterialización relativa ni absoluta a nivel general, principalmente porque el modelo extendido basado en la extracción de recursos no permite que se reduzcan los niveles de utilización de materiales. Además, los intentos de cambio en la orientación hacia modelos anti neoliberales se han traducido en mayores extracciones de recursos, resultados por tanto ineficaces para reducir la presión medioambiental.

Si utilizamos una aproximación vía EKC, vemos que el conjunto de los países del continente se ubica en la pendiente creciente de la curva, lo que se reafirma con las estimaciones econométricas realizadas. El modelo de crecimiento, por lo tanto, no es avalado como sostenible por estas razones en ninguno de los ámbitos determinantes, de crecimiento y de sostenibilidad ambiental y parece que la mayoría de los países latinoamericanos han fracasado en ambos sentidos. Sin embargo, quedan razones para pensar que existe un pequeño margen para adoptar medidas si se siguen caminos que reconduzcan la situación hacia modelos híbridos que transitan entre las medidas del bienestar social y la apuesta por el libre mercado, productividad, innovación y alta presencia de energías alternativas.

Se puede apreciar con todo esto, que el trabajo ha aportado evidencias de peso en el estudio de los flujos biofísicos y sociometabólicos en América Latina. Sin embargo, siempre quedan aspectos con la posibilidad de ser desarrollados y que pueden dar pie a nuevas investigaciones. Por ello, hay que ser consciente de las limitaciones del trabajo y resaltar qué ámbitos del análisis se podrían potenciar o qué caminos alternativos podrían derivarse del propio estudio. El primero a destacar en la perspectiva econométrica sería la inserción del análisis de las raíces unitarias y la cointegración de las variables, permitiendo observar el comportamiento de las variables a lo largo del periodo y añadir una mayor consistencia al análisis para confirmar el cumplimiento de las hipótesis fundamentales de los modelos. También podría ser interesante, poder ofrecer una recopilación estadística más amplia que abarcase el conjunto del siglo XX

actualizado hasta el periodo actual. De este modo, se podría determinar cómo han afectado los shocks a nivel mundial a las tendencias extractivas de estos países y tener una panorámica mas extensa. Adicionalmente, otra extensión relevante podría encaminarse a focalizar el tránsito desde los modelos extractivos y exportadores hacia los modelos adecuados que generasen un crecimiento de medio o largo plazo más acorde con el objetivo de convergencia hacia los países industrializados.

Como se puede apreciar, el estudio aporta una visión alternativa por su multidisciplinarietà. Además, obtiene resultados que permiten afirmar que se trata de un análisis que puede servir de base para abordar posibles extensiones como las propuestas anteriormente, u otras relacionadas con el sociometabolismo y los flujos biofísicos de materiales.

Apéndice.

La aproximación cuadrática emplea una ecuación constituida por el indicador sociometabólico correspondiente, al que seguiremos identificando mediante las siglas  $MEFA_{it}$ , en términos per cápita. Pudiendo referirse a DMC, DE, M o X. Este será la variable dependiente y se presenta en logaritmos. En las ecuaciones vendrán incluidos los mismos términos que en las ecuaciones 1, 2 y 3, con la salvedad de que incluiremos ahora el término del PIB por habitante aditivamente elevado al cuadrado. De forma que obtengamos las siguientes ecuaciones

$$\text{Log}(MEFA_{it}) = \alpha + \beta \text{Log}(Ypc_{it}) + \rho \text{Log}(Ypc_{it})^2 + \mu_{it} \quad (4)$$

$$\text{Log}(MEFA_{it}) = \alpha + \beta \text{Log}(Ypc_{it}) + \rho \text{Log}(Ypc_{it})^2 + \delta_i + \mu_{it} \quad (5)$$

$$\text{Log}(MEFA_{it}) = \alpha + \beta \text{Log}(Ypc_{it}) + \rho \text{Log}(Ypc_{it})^2 + \delta_i + \gamma_t + \mu_{it} \quad (6)$$

Al igual que las formas funcionales lineales, estas también han sido estimadas empleando errores robustos para poder llevara cabo la inferencia estadística y los contrastes de hipótesis. A continuación, se muestran los resultados de las estimaciones.

Tabla 6: resultados de la estimación de los modelos (4, 5 y 6).

<b>Log(DMC_pc)</b>	<b>(1)</b>	<b>(2)</b>	<b>(3)</b>
<b>CONSTANTE</b>	18.6967 (11.5524)	2.76752 (3.46381)	3.42541 (3.85825)
<b>Log(PIB_pc)</b>	-4.70645 (3.00485)	-1.07268 (0.928338)	-1.10602 (1.01355)
<b>Log(PIB_pc)^2.</b>	0.327207 (0.194994)	0.123498* (0.0620440)	0.117076* (0.0666148)
Observaciones	768	768	768
R2 ajustado	0.380034	0.916955	0.926612
Efecto fijo por país	NO	SÍ	SÍ
Efecto fijo temporal	NO	NO	SÍ

Nota: Errores estándar robustos entre paréntesis.

\*\*\* significativo al 1%, \*\* significativo al 5%, \* significativo al 10%

Tabla 7: resultados de la estimación por grupos de PIB per cápita empleando el modelo 6.

<b>Log(DMC_pc)</b>	<b>Más de 5000\$</b>	<b>De 4000\$ a 5000\$</b>	<b>Menos de 4000\$</b>
	<b>“Alto”</b>	<b>“Medio”</b>	<b>“Bajo”</b>
<b>CONSTANTE</b>	31.4080 (40.4276)	21.9901 (36.0288)	4.57648 (6.44852)
<b>Log(PIB_pc)</b>	-7.89481 (9.54582)	-5.46029 (8.75912)	-1.45870 (1.81873)
<b>Log(PIB_pc)^2</b>	0.528737 (0.562501)	0.366546 (0.530048)	0.146109 (0.128547)
Observaciones	240	192	336
R2 ajustado	0.909648	0.855318	0.905292
Efecto fijo por país	SÍ	SÍ	SÍ
Efecto fijo temporal	SÍ	SÍ	SÍ

Nota: Errores estándar robustos entre paréntesis.

\*\*\* significativo al 1%, \*\* significativo al 5%, \* significativo al 10

Tabla 8: resultados de las estimaciones por grupos de DE empelando el modelo 6.

<b>Log(DMC_pc)</b>	<b>Mas de 20 toneladas</b>	<b>De 20 a 10 toneladas</b>	<b>Menos de 10</b>
	<b>per cápita</b>	<b>per cápita</b>	<b>toneladas per cápita</b>
<b>CONSTANTE</b>	-85.6971*** (0.321512)	0.601045 (6.42422)	-7.83499 (9.12367)
<b>Log(PIB_pc)</b>	20.8053*** (2.06788e-06)	-0.394759 (1.70233)	2.01561 (2.38028)
<b>Log(PIB_pc)^2</b>	-1.22423*** (1.25030e-07)	0.0763718 (0.112144)	-0.102414 (0.155305)
Observaciones	96	288	384
R2 ajustado	0.974528	0.774738	0.890115
Efecto fijo por país	SÍ	SÍ	SÍ
Efecto fijo temporal	SÍ	SÍ	SÍ

Nota: Errores estándar robustos entre paréntesis.

\*\*\* significativo al 1%, \*\* significativo al 5%, \* significativo al 10%

Tabla 9: resultados de las estimaciones por periodos temporales empleando el modelo 6.

<b>Log(DMC_pc)</b>	<b>1970 - 1979</b>	<b>1980 - 2000</b>	<b>2001 - 2017</b>
<b>CONSTANTE</b>	9.72856 (5.65248)	6.65225 (5.36223)	-11.4950* (5.86774)
<b>Log(PIB_pc)</b>	-2.39604 (1.51536)	-1.96381 (1.39074)	2.84043* (1.38428)
<b>Log(PIB_pc)^2</b>	0.177727* (0.101372)	0.172779* (0.0899446)	-0.140169 (0.0818008)
Observaciones	160	336	272
R2 ajustado	0.974458	0.951338	0.984667
Efecto fijo por país	SÍ	SÍ	SÍ
Efecto fijo temporal	SÍ	SÍ	SÍ

Nota: Errores estándar robustos entre paréntesis.

\*\*\* significativo al 1%, \*\* significativo al 5%, \* significativo al 10%

Tabla 10: resultados de la estimación del modelo 6 empleando todos los indicadores MEFA como endógenas.

<b>Log(MEFA_pc)</b>	<b>DMC_pc</b>	<b>DE_pc</b>	<b>X_pc</b>	<b>M_pc</b>
<b>CONSTANTE</b>	3.42541 (3.85825)	1.16082 (4.21759)	-27.7161* (13.5355)	-12.2559 (7.81587)
<b>Log(PIB_pc)</b>	-1.10602 (1.01355)	-0.634768 (1.10267)	5.02984 (3.62491)	1.95033 (1.96805)
<b>Log(PIB_pc)^2.</b>	0.117076* (0.0666148)	0.0958782 (0.0721481)	-0.200582 (0.242587)	-0.0710319 (0.123423)
Observaciones	768	768	768	768
R2 ajustado	0.926612	0.931406	0.876845	0.866951
Efecto fijo por país	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Efecto fijo temporal	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ

Nota: Errores estándar robustos entre paréntesis.

\*\*\* significativo al 1%, \*\* significativo al 5%, \* significativo al 10%



## Referencias Bibliográficas.

- ARCEO Enrique 2009, *América Latina: Los límites de un crecimiento exportador sin cambio estructural*, Clacso
  
- AZAMAR ALONSO Aleida & PONCE SÁNCHEZ José Ignacio, 2015, *El neoextractivismo como modelo de crecimiento en América Latina*, Economía y Desarrollo Vol. 154 N°1.
  
- BANCO MUNDIAL, 2021, *Perspectivas económicas mundiales: América latina y el Caribe*.
  
- BERTOLA Luís & OCAMPO José Antonio, 2010, *Desarrollo, vaivenes y desigualdades: Una historia económica de América Latina desde la independencia*, Secretaría General Iberoamericana.
  
- CARVAJAL Franco, 2018, *Perspectiva regional y aspectos conceptuales y prácticas relativas a la recolección de datos*, cepal.org
  
- CITLALIC GONZÁLEZ-MARTÍNEZ Ana & SCHANDL Heinz, 2007, *The biophysical perspective of a middle-income economy: Material flows in Mexico*, Socio-Economics and the Environment in Discussion.
  
- CRESPO-MARÍN Zulma, 2019, *Metabolismo social en las Economías Andinas y Centroamericanas*, Sociedad y Economía.
  
- CUCHILLAC Víctor, 2017, *Una vista a la innovación tecnológica en Centroamérica y Latino América*, Realidad y Reflexión N° 46
  
- EFIMARKET, 2013, *Biodiesel a partir de caña de azúcar*.
  
- EUROSTAT, 2018, *Economy-wide material flow accounts handbook*.

- FALCONÍ Fander, 2012, *Sustentabilidad, Bienestar y Métrica*, CEPAL.org
  
- FISCHER-KOWALSKI Marina & KRAUSMANN Fridolin et al., 2011, *Methodology and Indicators of Economy-wide Material Flow Accounting*, Journal of Industrial Ecology, Vol. 15, Páginas 855-876.
  
- FISCHER-KOWALSKI Marina, 1999, *Societys metabolism: The intellectual history of materials flow analysis*, Journal of Industrial Ecology.
  
- FMI, 2017, *América Latina y El Caribe: Dejando atrás la recesión*, Artículos de Actualidad
  
- GILJUM Stefan et al., 2008, *Material Flows in Latin America: A comparative analysis of Chile, Ecuador, Mexico, and Peru (1980 – 2000)*, Journal of Industrial Ecology, Vol.12 N°5.
  
- GILJUM Stefan, 2004, *Trade, Materials Flows, and Economic Development in the South: The example of Chile*, Journal of Industrial Ecology.
  
- GONZÁLEZ MOLINA Rodolfo Iván, 2013, *Historia o Ideología, un trascendental sin sujeto*, Elsevier, Vol. 399, Páginas 88 – 123.
  
- INFANTE Juan et al., 2020, *Las venas abiertas de América Latina en la era del Antropoceno: Un estudio biofísico del comercio exterior (1900 – 2016)*, Diálogos, Vol. 21.2
  
- INFANTE Juan & PICADO Wilson, *Energy flows in the coffee plantations of Costa Rica: from traditional to modern systems (1935 – 2010)*, Regional Environmental Change.
  
- INFANTE Juan, 2014, *La Desmaterialización de la economía mundial a debate. Consumo de recursos y crecimiento económico (1980 – 2008)*, Revista Económica Crítica N° 18.

- KRAUSMANN Fridolin et al., 2009, *Growth in global material use, GDP and population during the 20 th century*, Ecological Economics, Vol. 68, Páginas 2696 – 2705.
  
- LANDAETA–JIMÉNEZ Maritza et al., 2018, *Venezuela entre la inseguridad alimentaria y la malnutrición*, Anales venezolanos de nutrición, Vol. 31 N°2.
  
- LÓPEZ Gerardo, 2012, *El Mercado Común Centroamericano*, Mediterráneo Económico 22.
  
- PEREZ MANRIQUE Pedro Luís, 2013, *The Biophysical Performance of Argentina (1970 – 2009)*, Journal of Industrial Ecology, Vol. 17 N°4.
  
- PREBISCH Raúl, 1981, Dialogo acerca de Friedman y Hayek, desde el punto de vista de la periferia, Revista de la CEPAL.
  
- REDDY Amulya K. N. & GOLDEMBERG Ros, 1990, *Energy for the developing World*, Scientific American INC.
  
- SÁNCHEZ-CALDERÓN Vladimir y BLANC Jacob, 2019, La historia ambiental latinoamericana: cambios y permanencias de un campo en crecimiento, Historia Crítica N°74.
  
- SCHAFFARTZIK Anke et al, 2014, The global metabolic transition: Regional patterns and trends of global material flows, 1950 – 2010, Global Environmental Change, Vol. 26, Páginas 87 -97.
  
- STEINBERGER Julia K. & KRAUSMANN Fridolin et al., 2013, *Development and Dematerialization: An International Study*, Plos, Vol. 8.
  
- TORRICO TERÁN Mario, 2006, *¿Qué ocurrió realmente en Bolivia?*, Perfiles Latinoamericanos Vol. 28.

- WEST Jim & SCHANDL Heinz, 2013, Material use and material efficiency in Latin America and the Caribbean, Ecological Economics, Vol. 94, Páginas 19 – 27.
  
- [www.bancomundial.org](http://www.bancomundial.org)
  
- [www.bgs.ac.uk](http://www.bgs.ac.uk)
  
- [www.fao.org](http://www.fao.org)
  
- [www.ica.org](http://www.ica.org)
  
- [www.un.org](http://www.un.org)
  
- [www.usgs.gov](http://www.usgs.gov)