



**Universidad Michoacana de
San Nicolás de Hidalgo**



**Instituto de Investigaciones
Económicas y Empresariales**

Tesis

**Determinantes de la Productividad Sostenible de la Industria de la
Madera: México y el Foro de Cooperación Económica**

Asia-Pacífico, 1990-2019

que para obtener el grado de

DOCTORA EN CIENCIAS EN NEGOCIOS INTERNACIONALES

Presenta:

M.C. Claudia Trujillo García

Director de Tesis:

Dr. José César Lenin Navarro Chávez

Morelia, Michoacán, mayo de 2023



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES
COORDINACIÓN DEL DOCTORADO EN CIENCIAS EN NEGOCIOS INTERNACIONALES

Dra. Odette Virginia Delfín Ortega
Presidenta del H. Consejo Técnico
Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales

Presente

Por medio de la presente nos permitimos hacer de su conocimiento que, una vez revisada la Tesis Doctoral titulada "**Determinantes de la Productividad Sostenible de la Industria de la Madera: México y el Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico, 1990-2019**", de la M.C. Claudia Trujillo García, alumna del Doctorado en Ciencias en Negocios Internacionales, que se ofrece en este Instituto, hemos encontrado que satisface plenamente los requerimientos hechos por el Jurado Sinodal, por lo que otorgamos nuestra autorización para que se lleve a cabo la impresión de la versión definitiva de la citada tesis y se continúe con el proceso de graduación correspondiente.

Sin otro asunto que tratar por el momento, aprovechamos para enviarle un cordial saludo y quedamos a sus órdenes para cualquier aclaración al respecto.

Atentamente

Morelia, Mich., 19 de mayo de 2023.

Dr. José César Lenin Navarro Chávez
Presidente

Dra. Odette Virginia Delfín Ortega
Secretario

Dr. Jerjes Izcoatl Aguirre Ochoa
Segundo Vocal

Dr. Plinio Hernández Barriga
Primer vocal

Dra. América Ivonne Zamora Torres
Tercer Vocal

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

En la ciudad de Morelia, Michoacán, el día 19 de mayo de 2023, el (la) que suscribe **M.C. Claudia Trujillo García**, alumno (alumna) del **Programa de Doctorado en Ciencias en Negocios Internacionales** adscrito al Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales, manifiesta que es autor (autora) intelectual del presente trabajo de tesis bajo la dirección del (de la) **Dr. José Cesar Lenin Navarro Chávez** y cede los derechos del trabajo titulado **“Determinantes de la Productividad Sostenible de la Industria de la Madera: México y el Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico, 1990-2019”** a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin permiso expreso del autor (de la autora) y/o director (directora) del mismo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: **claudia.truga@gmail.com**. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

ATENTAMENTE

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'CTG', with some illegible scribbles below it.

M.C. Claudia Trujillo García

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES
DOCTORADO EN CIENCIAS EN NEGOCIOS INTERNACIONALES

CARTA DE ORIGINALIDAD

A QUIEN CORRESPONDA. –

Por este medio se hace constar que el trabajo de tesis titulado **“Determinantes de la Productividad Sostenible de la Industria de la Madera: México y el Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico, 1990-2019”**, realizado por la alumna **M.C. Claudia Trujillo García** con matrícula 9903055G del **Doctorado en Ciencias en Negocios Internacionales**, dirigido por el **Dr. José César Lenin Navarro Chávez**, fue analizado a través de la herramienta de detección de plagio **Plagium**.

Con base en el reporte de las similitudes encontradas por dicha herramienta informática, **se considera que el trabajo de tesis no constituye un plagio** con respecto a obras de terceros.

Los resultados del análisis se encuentran bajo resguardo de la coordinación del **Doctorado en Ciencias en Negocios Internacionales** y de la Secretaría Académica del Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

ATENTAMENTE. –

Morelia, Mich., a 19 de mayo de 2023.

Dr. José César Lenin Navarro Chávez
Director de Tesis

M.C. Claudia Trujillo García
Alumna

*Para Diego y Rafa con la esperanza de que hereden
un mundo mejor y un país más verde*

AGRADECIMIENTOS

En mi proceso de aprendizaje me he dado cuenta de lo mucho que desconozco y agradezco a quienes me han ayudado en mi camino profesional. Al Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, por el apoyo recibido durante el posgrado y por su compromiso en la formación de investigadores de alto nivel.

Mi más sincero agradecimiento al Dr. José César Lenin Navarro Chávez por ser un gran ejemplo para mí y por compartir toda su experiencia, sus consejos y con los cuales pude reafirmar el amor a mi profesión.

A la Dra. Odette Virginia Delfín Ortega y el Dr. Plinio Hernández Barriga por su orientación y ayuda para la culminación de este trabajo. A la Dra. América Ivonne Zamora Torres y al Dr. Jerjes Izcoatl Aguirre Ochoa por sus oportunas contribuciones siempre para la mejora de la investigación.

Al Dr. Mario Gómez Aguirre y a los profesores del Doctorado en Ciencias en Negocios Internacionales.

Mención importante merecen quienes han caminado junto a mí en todo momento y a quienes debo cada una de las metas alcanzadas: mi esposo, mis padres, hermanos y a mi gran familia; sin ellos hubiera sido impensable llegar hasta aquí. Gracias a todos por creer en mí.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS, GRÁFICAS Y FIGURAS	4
SIGLAS Y ABREVIATURAS	7
GLOSARIO	9
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO 1.	
INDUSTRIA DE LA MADERA EN MÉXICO Y LAS ECONOMÍAS DEL FORO DE COOPERACIÓN ECONÓMICA ASIA-PACÍFICO	25
1.1. Industria Manufacturera en las Economías del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico	26
1.1.1. La Industria Manufacturera en las Economías de Asia-Pacífico.....	26
1.1.2. La Industria Manufacturera en México	36
1.2. Industria de la Madera en las Economías del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico	51
1.2.1. La Industria de la Madera en las Economías de Asia-Pacífico	53
1.2.2. La Industria de la Madera en México	61
CAPÍTULO 2.	
LA PRODUCTIVIDAD. CONTRIBUCIONES TEÓRICAS	79
2.1. La Productividad en la Economía Clásica	81
2.2. La Productividad en la Economía Neoclásica	88
2.3. Schumpeter en el Análisis de la Productividad	105
2.4. Las Nuevas Teorías del Comercio Internacional y la Productividad	110
2.5. La Nueva Economía Institucionalista	113
2.6. Productividad y Degradación Ambiental	115
2.7. Resumen Crítico	122

CAPÍTULO 3.	
PRODUCTIVIDAD AUTÉNTICA Y ESPURIA. UNA NOTA REFERENCIAL	126
3.1. La Noción de la Competitividad Auténtica.....	128
3.2. Aportes Hacia la Definición de la Productividad Auténtica.....	132
3.2.1. Trabajos que Distinguen entre Fuentes Espurias y Auténticas	133
CAPÍTULO 4.	
LA PRODUCTIVIDAD EN LA INDUSTRIA DE LA MADERA. ESTUDIOS DE CASO.....	136
4.1. La Productividad de la Industria Manufacturera en el Contexto Internacional. Estudios de Caso	137
4.2. La Productividad de la Industria Manufacturera en el APEC. Estudios de Caso	147
4.3. La Productividad de la Industria de la Madera en el Ámbito Internacional. Estudios de Caso	154
4.4. La productividad en la Industria de la Madera en el APEC. Estudios de Caso.	158
4.5. La Productividad y Degradación Ambiental. Estudios de Caso	163
CAPÍTULO 5.	
PRODUCTIVIDAD SOSTENIBLE Y MODELO ECONÓMICO: ELEMENTOS METODOLÓGICOS	168
5.1. Índice de Productividad Sostenible	169
5.1.1. Componentes del Índice de Productividad Sostenible	172
5.2. Modelos Económicos de Datos de Panel.....	180
5.2.1. La Econometría y su Definición Conceptual	181
5.2.2. Fundamentos del Modelo de Regresión	182
5.2.3. El Modelo de Datos Panel	184
5.2.3.1. Alcances y Limitaciones de los Datos de Panel	186
5.2.3.2. Clasificación del Modelo de Datos de Panel	187
5.2.4. Métodos de Estimación para el Modelo de Datos de Panel	188
5.2.5. Prueba de Dependencia Transversal	191
5.2.6. Pruebas de Raíz Unitaria	194
5.2.6.1. Pruebas de Raíz Unitaria de Primera Generación	194

5.2.6.2. Pruebas de Raíz Unitaria de Segunda Generación	196
5.2.7. Prueba de Cointegración	197
5.2.8. Relaciones Esperadas	198

CAPÍTULO 6.

DESARROLLO DEL MODELO: ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD SOSTENIBLE Y MODELO ECONOMETRICO

199

6.1. Indicadores y Bases de Datos de la Productividad Sostenible.....	200
6.1.1. Variables de la Productividad Sostenible.....	200
6.1.2. Indicadores de la Productividad Sostenible.....	202
6.1.3. Fuentes y Bases de datos de la Productividad Sostenible.....	203
6.2. Forma Funcional de la Ecuación Econométrica.....	203
6.2.1. Variables de la Forma Funcional	205
6.2.2. Indicadores de la Forma Funcional	205
6.2.3. Fuentes y Bases de Datos.....	206
6.2.4. Tratamiento de los Datos	208

CAPÍTULO 7.

LA PRODUCTIVIDAD SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA MADERA.

ANÁLISIS DE RESULTADOS PARA MÉXICO Y LAS ECONOMÍAS DE

ASIA-PACÍFICO

211

7.1. Resultados del Índice de Regeneración Ambiental	212
7.2. Resultados del Índice de Productividad Sostenible.....	217
7.3. Resultados del Modelo Econométrico de Datos de Panel.....	222
7.3.1. Resultados de la Prueba de Dependencia de Sección Cruzada.....	222
7.3.2. Resultados de la Prueba de Raíz Unitaria	223
7.3.3. Resultados de la Prueba de Cointegración.	224
7.3.4 Modelo de Regresión AMG <i>Augmented Mean Group</i>	225

CONCLUSIONES..... 227

RECOMENDACIONES 234

BIBLIOGRAFÍA 240

ÍNDICE DE TABLAS, GRÁFICAS Y FIGURAS

TABLAS

Tabla 1	Exportaciones manufactureras, principales economías del APEC. Millones de dólares.	30
Tabla 2	Exportaciones manufactureras de las economías de APEC, 1980, 1990 y 2000. Millones de dólares	33
Tabla 3	Exportaciones manufactureras de las economías de APEC, 2010 y 2018. Millones de dólares.	34
Tabla 4	Clasificación Mexicana de Actividades y Productos, 1981-1994.	44
Tabla 5	Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN)	45
Tabla 6	Sector 31-33: Industrias manufactureras. Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte.	46
Tabla 7	Productores y consumidores de madera en rollo. APEC.	59
Tabla 8	Productores y consumidores de <i>pellets</i> de madera. APEC.	59
Tabla 9	Productores y consumidores de madera aserrada. APEC.	60
Tabla 10	Productores y consumidores de pulpa de papel. APEC.	60
Tabla 11	Productores y consumidores de tableros de madera. APEC.	61
Tabla 12	Productores y consumidores de papel y cartón. APEC.	61
Tabla 13	Clasificación Mexicana de Actividades y Productos, subsector III.	66
Tabla 14	Sector 31-33: Subsector industria de la madera. Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte.	67
Tabla 15	Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías (SA).	69
Tabla 16	Clasificación de productos de madera, carbón vegetal y corcho, SA.	70
Tabla 17	Actividad económica en la industria de la madera mexicana.	73
Tabla 18	México, principales mercados de exportación de madera, artículos de madera y carbón vegetal. Millones de dólares.	77
Tabla 19	México, principales mercados de importación de madera, artículos de madera y carbón vegetal. Millones de dólares	77
Tabla 20	Resumen de estudios sobre productividad internacional de la industria manufacturera.	144
Tabla 21	Resumen de estudios sobre productividad en la industria manufacturera de las economías de APEC.	151
Tabla 22	Resumen de estudios sobre productividad internacional en la industria de la madera.	157
Tabla 23	Resumen de estudios sobre productividad en la industria de la madera de las economías de APEC.	161
Tabla 24	Resumen de estudios sobre productividad y degradación ambiental.	165
Tabla 25	Frecuencia de uso de variables.	167
Tabla 26	Ventajas y desventajas de los datos de panel.	187
Tabla 27	Tasas de depreciación de Activos.	210
Tabla 28	Economías de APEC con productividad espuria, 1990-2019.	219
Tabla 29	Economías de APEC con aumento en la productividad auténtica, 1990-2019.	220
Tabla 30	Resultados de la prueba de dependencia de sección cruzada.	223
Tabla 31	Resultados de la prueba de raíz unitaria.	223
Tabla 32	Resultados de la prueba de cointegración.	224

Tabla 33 Resultados del modelo de regresión AMG *Augmented Mean Group*. Determinantes de la productividad sostenible de la industria de la madera, APEC 1990-2019.

225

GRÁFICAS

Gráfica 1	Exportación total de mercancías economías de APEC, 1960-2018. Millones de dólares	27
Gráfica 2	Tasa de crecimiento de las exportaciones de mercancías de APEC, 1990-2018.	28
Gráfica 3	Exportaciones manufactureras APEC, respecto a las totales. Millones de dólares	28
Gráfica 4	Importaciones manufactureras APEC, respecto a las totales. Millones de dólares	29
Gráfica 5	Total de exportaciones manufactureras de APEC, 1980-2018. Millones de dólares	30
Gráfica 6	Tasa de crecimiento de las exportaciones manufactureras de APEC, 1990 a 2018. Variación porcentual.	31
Gráfica 7	Balanza comercial de manufacturas de APEC, 1990-2018. Millones de dólares	32
Gráfica 8	Exportaciones manufactureras principales economías de APEC. Millones de dólares	35
Gráfica 9	Importaciones manufactureras principales economías de APEC. Millones de dólares	36
Gráfica 10	Comercio de México en el total de los productos del SA con el mundo. Miles de millones de dólares	37
Gráfica 11	México: Principales mercados de exportación de bienes, 1990. Millones de dólares	37
Gráfica 12	México: Exportación de mercancías, principales socios de APEC, 2002-2021. Miles de dólares	38
Gráfica 13	México: Principales mercados de importación de bienes, 1990. Millones de dólares	39
Gráfica 14	México, importación de mercancías principales socios de APEC, 2002-2021. Miles de dólares	40
Gráfica 15	México: Principales bienes de exportación, 1990. Miles de millones de dólares	41
Gráfica 16	México: Principales bienes de importación, 1990. Miles de millones de dólares	41
Gráfica 17	México: Principales bienes de exportación, 2019. Miles de millones de dólares	42
Gráfica 18	México: Principales bienes de importación, 2019. Miles de millones de dólares	43
Gráfica 19	Exportaciones de manufactura de México, 1980-2018. Millones de dólares	47
Gráfica 20	México, comercio de manufactura respecto al comercio total	48
Gráfica 21	Balanza comercial de la industria manufacturera mexicana. Miles de millones de dólares	48
Gráfica 22	Principales grupos de bienes manufacturados exportados por México. Miles de dólares	49

Gráfica 23	Principales grupos de bienes manufacturados importados por México. Miles de dólares	50
Gráfica 24	Superficie forestal mundial, principales economías de APEC. 2010	55
Gráfica 25	Producción forestal mundial, según país, 1990- 2019. Millones de dólares	56
Gráfica 26	Área total de bosques en el mundo. Millones de hectáreas	57
Gráfica 27	Superficie forestal economías de Asia-Pacífico, 1990 y 2019.	58
Gráfica 28	México, producción bruta total de la industria de la madera. Miles de pesos corrientes	73
Gráfica 29	Volúmenes de producción de la industria de la madera mexicana. Metros cúbicos	74
Gráfica 30	México, producción bruta total por actividad de la industria de la madera. Miles de Pesos	75
Gráfica 31	Comercio de madera, artículos de madera y carbón vegetal, de México con el resto del mundo. Miles de dólares	76
Gráfica 32	Comercio de madera y sus manufacturas, México-APEC, 2007-2018. Millones de dólares.	78
Gráfica 33	Economías de APEC con regresión en la capacidad de regeneración ambiental. IRA <1	213
Gráfica 34	Economías de APEC con aumento en la capacidad de regeneración ambiental, 1990-2019. IRA >1	215
Gráfica 35	Economías de APEC con productividad espuria, 1990-2019. IPS < IP	217
Gráfica 36	Japón, IPS con productividad espuria y auténtica, 1990-2019	218
Gráfica 37	Economías de APEC con productividad auténtica, 1990-2019	221

FIGURAS

Figura 1	Distribución de las Formaciones Forestales en México	63
Figura 2	Homologación de productos de la industria de la madera. CMAP, SCIAN y SA.	71
Figura 3	Curva Ambiental de Kuznets	118
Figura 4	Teorías Referidas	125

SIGLAS Y ABREVIATURAS

APEC	<i>Asia-Pacific Economic Cooperation</i>
BIE	Banco de Información Económica
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BM	Banco Mundial
CI	Comercio Internacional
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
CTU	Costos Totales Untarios
CMAP	Clasificación Mexicana de Actividades y Productos
DA	Demanda Agregada
EE.UU.	Estados Unidos
EGILAT	Grupo de Expertos sobre Tala Ilegal, y Comercio Asociado
EMgK	Eficiencia Marginal del Capital
FAO	Por sus siglas en inglés, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FODAFO	Por sus siglas en inglés, Fundación de Datos sobre Huella Ecológica
FBKF	Formación Bruta de Capital Fijo
FRA	<i>Forest Resources Assesment</i>
FSC	Por sus siglas en inglés, Consejo de Administración Forestal
GATT	Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio
GMM	Método Generalizado de Momentos
GHA	Hectáreas Globales
ha	Hectáreas
H-O	Heckscher-Ohlin
IP	Índice de Productividad Parcial del Trabajo
IPS	Índice de Productividad Sostenible
IRA	Índice de Regeneración Ambiental
IED	Inversión Extranjera Directa
INEGI	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
INFyS	Inventario Nacional Forestal y de Suelos
ITC	<i>International Trade Center</i>
IP	Índice de Productividad
IPS	Índice de Productividad Sostenible
I+D	Investigación y Desarrollo
MERCOSUR	Mercado Común del Sur
MCO	Mínimos Cuadrados Ordinarios
mm	Milímetros
m³r	Metros cúbicos rollo
NI	Negocios Internacionales
NTCI	Nueva Teoría del Comercio Internacional
OMC	Organización Mundial del Comercio (WTO)
OECD	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
ONUDI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
PFM	Productos Forestales Maderables
PFNM	Productos Forestales No Maderables
PIB	Producto Interno Bruto

PK	Renta del Capital
PL	Renta del Trabajo
PMgC	Propensión Marginal a Consumir
PRODEPLAN	Programa de Subsidio en Apoyo a las Plantaciones Forestales Comerciales
PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
SA	Sistema Armonizado
SE	Secretaría de Economía
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SC	<i>Stock</i> de Capital
SCIAN	Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte
STAN	Por sus siglas en inglés, Base de Datos de Análisis Estructural
TCT	Teoría de los Costos de Transacción
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación
TIGIE	Tarifa de la Ley de los Impuestos Generales de Importación y Exportación
TIVA	Por sus siglas en inglés, Comercio en Valor Agregado
TK	Monto Total de Capital
TL	Monto Total de Trabajo
TLC	Tratado de Libre Comercio
TVF	Tierras de Vocación Forestal
UNCTAD	Conferencia de Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo
UNIDO	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
USD	Dólares Americanos
VAB	Valor agregado bruto de producción
VCR	Ventajas Comparativas Reveladas
WEF	Por sus siglas en inglés, Foro Económico Mundial
WTO	<i>World Trade Organization</i>

GLOSARIO

Bosque mesófilo: Tipo de vegetación heterogéneo desde el punto de vista fisonómico y de su composición florística; es una formación esencialmente montaña y templada, en lo que se refiere a los límites climáticos entre los cuales se desarrolla y las afinidades biogeográficas de los árboles que dominan su techo (Ressl & Lara Morales, 2008).

Calidad: Forma de producir bienes o entregar servicios cuyas características medibles satisfacen un determinado conjunto de especificaciones que están numéricamente definidas, donde el proceso es capaz de reproducir un diseño bajo ciertas especificaciones por un lado, y por el otro, se considera el grado en que se logra satisfacer las necesidades de los clientes (Hoyer & Hoyer B., 2001).

Competitividad: Se refiere a la capacidad que tienen los agentes económicos para permanecer vendiendo bienes o servicios en un mercado (Secretaría de Economía, 2010).

Escuadría: Ciertas medidas de base que tienen en cuenta las tres dimensiones de una pieza aserrada: largo, ancho y grueso. (Tknika. Centro de Innovación para la Formación Integral, 2019).

Madera terciada: También se conoce como madera contrachapada y se elabora pegando láminas finas de chapa de madera las unas contras las otras (Wood Products, 2019).

Metros cúbicos rollo: Representa el volumen total de madera a partir del tocón hasta el ápice del árbol. El volumen comercial no incluye las ramas, partes afectadas del individuo y segmentos delgados del fuste.

Pellet: es un combustible sólido, en forma de pequeños cilindros, fabricado a base de partículas de madera, residuo agrícola, orgánico o pecuario, comprimidos a altas presiones sin otros aditivos, dando como resultado final un producto con un muy bajo contenido de agua. Normalmente sus medidas son de 6 u 8 mm de diámetro y 10-40 mm de longitud (Bioenergy Report, AEBIOM, 2015).

Política pública: Intervención deliberada del Estado para corregir o modificar una situación social o económica que ha sido reconocida como problema público (Oscar Montoya Pérez, 2019).

Per cápita: Por persona (RAE, 2021)

Productos forestales maderables: Son los que provienen directamente del aprovechamiento de la madera de árboles de especies forestales: madera, así como los productos y derivados que se obtengan de la transformación de ésta (FAO, 2019).

Productos forestales no maderables: Son bienes de origen biológico, distintos de la madera, derivados del bosque, de otras áreas forestales y de los árboles fuera de los bosques. Pueden recolectarse en forma silvestre o producirse en plantaciones forestales o sistemas agroforestales (FAO, 2019).

Producto interno bruto: Indicador económico que refleja el valor monetario de todos los bienes y servicios finales producidos por una economía, en un periodo determinado (Banco de México, 2021).

Selva de galería: Agrupaciones arbóreas muy heterogéneas, de 4 a 40 m de altura, puede incluir numerosas trepadoras y epífitas o carecer por completo de ellas. A veces puede ser denso, pero a menudo está constituido por árboles muy esparcidos e irregularmente distribuidos (Ressl & Lara Morales, 2008).

Servicios: Actividades tangibles que buscan satisfacer las necesidades de los individuos (Banco de México, 2021).

Tierras de vocación forestal: Tierras de vocación forestal son aquellas tierras que debieran estar bajo alguna forma de uso forestal. Generalmente son tierras montañosas sobre las que el uso sustentable de la agricultura y la ganadería no es económicamente factible (aunque puede ser financieramente factible). Las TVF pueden o no tener árboles sobre ellas; así que las tierras degradadas que no tienen árboles pueden ser clasificadas como TVF también (Banco Interamericano de Desarrollo, 2002).

Volumen de producción: Es el volumen total de madera a partir del tocón hasta el ápice del árbol y se mide en metros cúbicos rollo (m³r).

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo identificar los factores determinantes de la productividad de la industria de la madera, para las economías que integran el Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC) en el periodo 1990-2019. El análisis realizado considera el aprovechamiento sostenible de los recursos forestales, es decir, se considera una productividad sostenible. Para determinar esta productividad se propone en primer lugar, la elaboración de un índice de productividad sostenible, construido sobre la base de un factor de capacidad de regeneración ambiental que toma en cuenta la explotación o uso del recurso forestal, así como su capacidad de regeneración. En segundo lugar, a través de la metodología de datos de panel se identifica la importancia que tienen el empleo, el acervo de capital y la innovación sobre la productividad sostenible de la industria de la madera. Los resultados indican que existe una relación significativa entre el índice de productividad sostenible y las variables empleo, innovación y *stock* de capital.

Palabras clave: productividad, APEC, productividad sostenible, industria de la madera, datos de panel.

ABSTRACT

This research aims to identify the determinants of wood industry productivity, for the Asia-Pacific Economic Cooperation economies during the period 1990-2019. The analysis carried out considers the sustainable use of forest resources, that is, sustainable productivity is considered. In order to determine this type of productivity, in the first place the elaboration of a sustainable productivity index, is proposed built based on an environmental regeneration capacity factor that considers the exploitation or the use of the forest resource as well as its regeneration capacity. Secondly, with the use of the panel data methodology, the importance of employment, the capital stock and innovation, on sustainable productivity for the industry analyzed, is identified. The results of this study suggest a significant relationship between the sustainable productivity index and the variables employment, innovation and capital stock.

Key words: productivity, APEC, sustainable productivity, wood industry, panel data.

INTRODUCCIÓN

Desde los comienzos de 1980, México se ha encontrado inmerso en el mercado internacional y las consecuentes actividades ancladas a las formas de consumo y producción que ahí se presentan, a partir de su incorporación al Acuerdo General sobre Aranceles y Comercio (GATT) en 1986, sus estrategias vinculadas a los negocios y a la dinámica económica, se tuvieron que reestructurar a la par de la reducción en las tarifas arancelarias y a la comercialización implicadas en la firma de este acuerdo.

Como una de las estrategias empleadas, se ha llevado a cabo la firma de varios acuerdos o tratados comerciales que han buscado la mejora de sus relaciones en términos económicos, comerciales y para la penetración a los mercados globales que permiten incluso el acceso a nuevas tecnologías (Gobierno de México, 2019).

En la actualidad México participa como parte del Foro de Cooperación Económica Asia Pacífico (APEC) mediante el cual se vincula a la dinámica de las economías de Asia-Pacífico lo cual se ha formalizado con cuatro acuerdos comerciales para la promoción y protección mutua de inversiones con China Corea, India y Singapur y dos Tratados de Libre Comercio (TLC) con Israel y Japón.

El APEC fue fundado en 1989 buscando obtener el mejor provecho a la evidente interdependencia con las economías de la región Asia-Pacífico. Uno de los objetivos

con los cuales se creó el APEC fue el de propiciar la prosperidad, mediante el fomento al crecimiento económico inclusivo, equitativo, sustentable e innovador (APEC, 2019).

Los tres pilares del APEC son: 1. la liberalización del comercio y la inversión, 2. facilitación para hacer negocios, y 3. cooperación técnica, los cuales han ofrecido la obtención de resultados concretos en términos de comercio e inversión para las, actualmente, 21 economías integrantes: Australia, Brunei Darussalam, Canadá, Chile, República de China, República de Corea, Estados Unidos, Filipinas, Indonesia, Hong Kong, Japón, Malasia, México, Nueva Zelanda, Papúa Nueva Guinea, Perú, Rusia, Singapur, Tailandia, Taipei chino y Vietnam; así como para las 2,800 millones de personas que habitan la región (APEC, 2019).

El APEC se posicionó como el bloque regional con el mayor flujo de bienes comercializados en el mercado internacional durante el período 2000-2017 (OMC, 2020). Este flujo de bienes del APEC, durante el período señalado, se orientó principalmente hacia la comercialización de bienes de la industria manufacturera, alcanzando una participación equivalente a 48% del total de las ventas al mercado internacional, generadas dentro de este bloque (OMC, 2018).

En las economías del APEC, Trujillo (2020) resalta datos sobre su importancia internacional, tanto en términos comerciales, como por el manejo de este valioso recurso, destacando el comercio de productos forestales; los datos que respaldan la anterior información provienen de la base compartida por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2016), y dan cuenta

que las economías de APEC cuentan con 2,190 millones de hectáreas de bosque, dato que representa más del cincuenta por ciento de la cobertura de bosque internacional, así como el sesenta por ciento de la producción forestal que se registra en el mundo y el 80 por ciento del comercio mundial de productos forestales.

Debido a la importancia de poder mantener un aprovechamiento de los recursos del bosque que a la vez procure el cuidado y preservación el uso del mismo, se planteó como uno de los objetivos centrales a estudiar por parte del APEC, desde 2011, la necesidad de promover activamente la producción e intercambio de productos forestales producidos dentro de la legalidad, combatir actividades de intercambio derivadas de la tala ilegal, y desarrollar las habilidades de las economías que integran el APEC¹ (APEC, 2019).

La relevancia que tiene el tema de responsabilidad ambiental en la comunidad internacional y el aumento de su interés en la preservación de los recursos ambientales, aumenta a medida que aumentan las amenazas a la misma (BM, 2022).

Los esfuerzos de conservación se han enfocado en proteger áreas de alta biodiversidad; como promedio mundial, más de la tercera parte del bosque es bosque primario². Es importante hacer notar que a nivel mundial disminución del

¹ En 2011 se creó el grupo de expertos del APEC sobre tala ilegal y comercio asociado (EGILAT) el cual se fundó con la finalidad de promover el comercio de bienes derivados de la utilización de recursos forestales obtenidos de manera legal y el fomento al desarrollo económico, al crecimiento sostenido y la prosperidad en Asia y el Pacífico.

² Bosque de especies nativas donde no hay claramente indicadores visibles de actividad humana y sus procesos ecológicos no han sido significativamente perturbados.

área forestal, 0.11% desde los años noventa, puede explicarse por cambio del bosque primario a uno que puede regenerarse naturalmente. La tala selectiva y las intervenciones humanas, aunado a las actividades de reforestación, está reduciendo significativamente el déficit en cuanto a superficie forestal a nivel mundial, y el crecimiento y ampliación de áreas boscosas regeneradas naturalmente en algunas zonas a nivel mundial, han impactado positivamente sobre la disminución de la superficie forestal internacional (BM, 2022, citado en Trujillo, 2020).

La FAO (2021) estima que alrededor de 10 millones de personas encuentran una fuente de empleo formal en actividades vinculadas a la gestión sostenible de los bosques, sin embargo, se sabe que el número de beneficiados y que encuentran su sustento directamente desde los recursos de los bosques son muchas más. De acuerdo con datos reportados por la FAO (2021), cerca de 1,200 millones de hectáreas de bosque se gestionan principalmente para la producción de productos forestales, tanto madereros como no madereros (Navarro, *et. al*, 2022).

El área que se utiliza de manera fundamental para actividades de producción, se ha reducido en más de 50 millones de ha desde 1990 debido a que dichas áreas se han comenzado a utilizar para otras actividades. De acuerdo con datos de la FAO (2021), un 25 por ciento adicional del área forestal está designada para usos múltiples, destacando la mayor proporción de casos, y tomando en cuenta que también se habla de actividades productivas además se considera la producción de bienes forestales madereros pero también aquellos no madereros.

Para estudiar la productividad para la industria de la madera de México y las economías integrantes del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico, la presente investigación se enfoca en realizar un análisis que integra el aprovechamiento responsable de los recursos forestales al análisis de la productividad.

Con la finalidad de estudiar la productividad destaca la diversidad de enfoques teóricos mediante los cuales se ha revisado la productividad como objetivo principal, en primer lugar, se encuentra el enfoque representado por la teoría económica clásica, y la teoría económica neoclásica, mismas que se caracterizan por considerar a los factores de la productividad: tierra (T), trabajo (L) y capital (K) como principales exponentes de la productividad.

Adam Smith (trad. en 1994) presentó el primer argumento moderno sobre la productividad, desarrollando el concepto de ventajas absolutas (VA), con el cual se vió la posibilidad de que cada país pudiese exportar aquellos bienes que produjera más eficientemente. En presencia del libre comercio, el trabajo es el único factor productivo y homogéneo y los menores costos laborales implican una mayor eficiencia en la mano de obra.

David Ricardo (trad. en 1959) se basó en los argumentos de Smith; desde su perspectiva la productividad fue analizada a través de la Ley de los Rendimientos Decrecientes (LRD) considerando el análisis de las Ventajas Comparativas (VC) como fuente de crecimiento de los países. Para Heckscher y Ohlin (1919 y 1933) al analizar las VC se revisa la idea de que todas las naciones tienen tecnologías

equivalentes, pero difieren en sus dotaciones de factores para la producción: mano de obra, recursos naturales y capital.

Robert Solow (1957), tomando como referencia los aportes de Cobb & Douglas (1928) analizó la relación existente entre el aumento del *stock* de capital, y el aumento tanto de la población como de los avances técnicos, además analizó el impacto que generan en el nivel de producto. Respecto al factor trabajo incorporó la productividad marginal del capital (PMgK) la cual indica el aumento que sufre la cantidad producida por empleado cuando considera una unidad adicional de capital.

Solow (1957) señaló además, que el aumento de los mayores niveles de producto podrían deberse fundamentalmente a los progresos desarrollados en ñas áreas de conocimiento orientadas a la ciencia y tecnología, con lo anterior destaca la influencia importante que presenta la innovación sobre el comportamiento o resultado de la productividad total de los factores.

Autores como Kendrick (1961) han presentado definiciones más puntuales sobre lo que representa la productividad en términos teóricos, pero también en términos de su medición. Para Kendrick la productividad es la relación de salida ante cualquiera o todos los insumos asociados, en términos reales. Sumanth (1990) por su parte, analizó las productividades para cada uno de los factores productivos de manera individualizada, así como realizó las mediciones necesarias de la productividad enmarcando a todos los factores de manera conjunta y que es denominada productividad total de los factores; a este esfuerzo, Diewert (1992) incorporó al análisis de la medición de la productividad la propuesta de los indicadores.

Jorgenson y Griliches (1967) destacaron el papel del cambio tecnológico como determinante del aumento en la productividad.

De manera particular, Joseph Schumpeter (trad. en 1978) reabrió una línea clásica de investigación económica trabajada previamente por Smith y Ricardo, introduciendo a su análisis la innovación y al empresario innovador por otro lado, como agente propiciador para dicha innovación. Es así que, para Schumpeter, “el aumento de la producción depende de la tasa de cambio de los factores productivos, la tasa de cambio de la tecnología y la tasa de cambio del ambiente socio-cultural” (Schumpeter, trad. en 1978).

Otro grupo de autores que ha desarrollado aportaciones teóricas a la productividad, se basan en el análisis de elecciones estratégicas, constituyendo las nuevas teorías del comercio internacional (NTCI). Con la finalidad de poder disminuir los costos de transacción en la producción, Williamson (1975 y 1985) propuso las mejoras organizacionales, Buckley & Casson (1976) por su parte, introdujeron la información como el factor clave en las organizaciones, las mejoras contractuales fueron propuestas por Hennart (1993) y Wernelfelt (1984) y Barney (1991) asociaron el uso de recursos valiosos, raros, inimitables e insustituibles a mejores niveles de productividad.

La productividad, asociada actividades que involucran el uso de recursos naturales, también se ha considerado de forma importante, pues en un interés por lograr los aumentos en la productividad, se compromete la base de recursos ambientales de la que ésta depende, Arrow (1995) destaca que esta base de recursos es finita y el

uso imprudente de la misma puede reducir irreversiblemente la capacidad de producción en el futuro. Es hasta la propuesta de Grossman & Krueger (1995) que se estudia la relación existente entre la degradación ambiental y la producción, relación que aumenta, pero hasta un punto en el cual la producción sigue aumentando, pero la degradación ambiental se detiene. Planteando así la insuficiencia de propuestas para las mejoras en el uso de los sistemas de recursos, acompañados de cambios estructurales que conserven los recursos en la economía.

En relación con el uso de los recursos naturales y ecosistemas básicos, la FAO (2022) destaca que dichos recursos se deben gestionar obedeciendo a la sostenibilidad a la hora de satisfacer la demanda alimentaria principalmente, pero además otras necesidades como las ambientales, las de índole social y las económicas. Para ser sostenible se deben cubrir las necesidades de las generaciones presentes y futuras, a la vez que se garantiza la rentabilidad, la salud ambiental y la equidad social y económica (FAO, 2022).

En relación con lo anterior, Fajnzylber (1988) distingue entre las fuentes de beneficios en la producción, derivadas de fuentes “espurias” que no pueden sostenerse en tiempo, de aquellas fuentes “auténticas”, que son las que pueden generar mejor nivel de vida para la población en la utilización responsable de los recursos finitos. Desde esta perspectiva se plantea que un mejor nivel de productividad, acompañado de un aprovechamiento insostenible de los recursos como lo es el bosque, sería denominada como una productividad espuria.

Considerando los elementos anteriores, se establece la pregunta general de la presente investigación: ¿Cuáles fueron los principales factores que incidieron sobre la productividad sostenible de la industria de la madera de México y las economías integrantes del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico, durante el periodo 1990-2019?.

Derivado de la pregunta general, se tiene como objetivo principal identificar cuáles fueron los principales factores que incidieron sobre la productividad sostenible de la industria de la madera de México y las economías del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico, durante el periodo 1990-2019.

A partir de lo anterior, se plantea la hipótesis general de que el factor trabajo, el capital y la innovación fueron los principales factores que incidieron sobre la productividad sostenible de la industria de la madera de México y las economías miembros del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico, durante el periodo 1990-2019.

Los factores productivos que se involucran en la industria de la madera se relacionan además con el análisis de la productividad y, tomando en consideración el ámbito de competitividad internacional, su estudio busca precisamente promover una mayor competitividad, pues sus resultados pueden favorecer la generación de beneficios para la actividad en el ámbito industrial y por tanto, para la sociedad. La existencia y comportamiento de dichos beneficios no han podido ser verificados bajo la perspectiva de sostenibilidad del bosque. La importancia de este trabajo de investigación recae en que se presenta una propuesta innovadora en términos de

la consideración de la productividad basada en el consumo sostenible de maderables; principalmente al tomar en cuenta la ausencia de estudios sobre los factores que se relacionan con la productividad de esta industria, que se enfoquen en el análisis de las consecuencias ambientales por el uso de un recurso natural finito.

En la aplicación de la metodología, se consideraron ocho economías del APEC, para las cuales se obtuvieron los datos necesarios para cada variable de manera individual y en el periodo estudiado, incluyendo a Canadá, Corea, Japón, Estados Unidos de América, Malasia, México, Nueva Zelanda y Singapur. La representatividad de dichos países en la industria a nivel de APEC es significativa y no afecta el desempeño para los objetivos de este estudio.

Para responder a la pregunta y objetivo planteados, así como para la contrastación de la hipótesis, se ha estructurado la investigación de manera capitular. En el primer capítulo de este trabajo se aborda la situación problemática en torno al tema de interés y se presentan datos relevantes que explican la situación que rodea a la industria manufacturera y a la industria de la madera.

El capítulo dos contiene una revisión general de las principales corrientes teóricas en torno a la productividad haciendo énfasis en las aportaciones de la escuela clásica, neoclásica, de Schumpeter, de la Nueva Teoría del Comercio Internacional y de la Nueva Economía Institucionalista, finalizando con aportes teóricos de la productividad vinculada a la degradación ambiental, ésta última como consecuencia de la producción.

En el capítulo tres se incorpora una nota referencial sobre los aportes realizados por Fajnzylber (1988) donde se expone la definición y construcción conceptual de la productividad “auténtica”, *versus* la productividad “espuria”.

En lo que respecta al capítulo cuatro, en él se muestran los trabajos empíricos que se han realizado en torno a la productividad, analizando desde la industria manufacturera, como la industria de la madera en el ámbito internacional y particularmente de las economías del APEC. Se finaliza dicho capítulo presentando los trabajos que han estudiado la relación la productividad - degradación ambiental, destacando las metodologías empleadas en cada caso y los resultados derivados de las investigaciones revisadas.

En el capítulo cinco, se describe teóricamente la metodología empleada en la investigación, realizando una explicación de la productividad sostenible, la posterior construcción del índice de productividad sostenible y sus peculiaridades para poder utilizarse como variable dependiente del modelo en la presente investigación. Posteriormente, se da una descripción pormenorizada sobre la naturaleza del modelo econométrico de datos de panel, incluyendo cada una de las distintas pruebas econométricas que, dentro del proceso, se deben efectuar para otorgarle validez a los resultados.

En el capítulo seis se presentan, en primer lugar, los indicadores y variables sobre los que se apoya la productividad sostenible como propuesta para la obtención de un índice representativo que incorpora un factor de regeneración ambiental. Posteriormente, se describe la especificación de la forma funcional del modelo

econométrico a partir del cual tendrán lugar las mediciones y estimaciones y se describen los elementos que la integran, finalizando el capítulo con la descripción de las pruebas necesarias para la correcta estimación del modelo econométrico.

En el capítulo siete se presentan, por un lado los resultados a los que se llegaron con la implementación de la propuesta de cálculo de los índices de regeneración ambiental y de productividad sostenible, y por el otro se realiza la estimación del modelo econométrico y las pruebas necesarias.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones derivadas de los objetivos planteados inicialmente, destacando en la presentación de los resultados.

CAPÍTULO 1.

INDUSTRIA DE LA MADERA EN MÉXICO Y LAS ECONOMÍAS DEL FORO DE COOPERACIÓN ECONÓMICA ASIA-PACÍFICO

En el presente capítulo se describen las características principales en torno a los aspectos geográficos y el comportamiento de la industria de la madera en el contexto internacional con énfasis en las economías integrantes del Foro de Cooperación Asia-Pacífico y destacando el comportamiento de México. En el apartado uno se presentan las generalidades del mercado de productos industriales manufacturados en el ámbito internacional, del APEC y lo que atañe a México, mientras que en el segundo se concentran los datos correspondientes al comercio y producción de la industria de madera en los tres ámbitos, el internacional, para APEC y los particulares para México.

1.1. INDUSTRIA MANUFACTURERA EN LAS ECONOMÍAS DEL FORO DE COOPERACIÓN ECONÓMICA ASIA-PACÍFICO

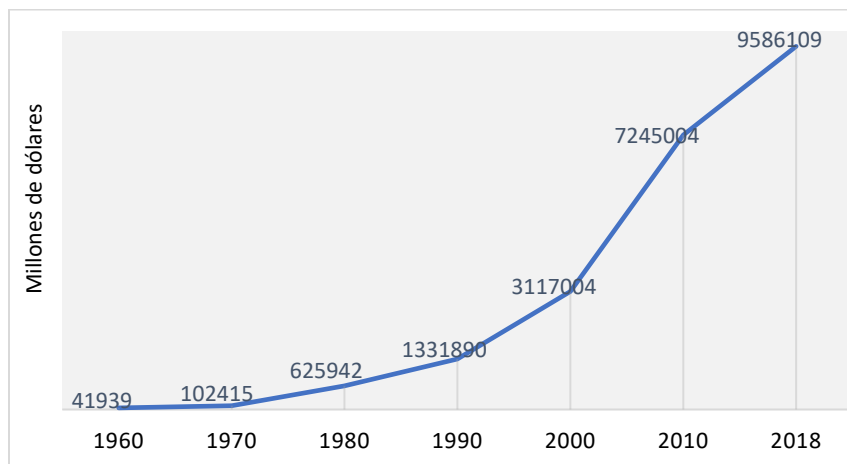
1.1.1. La industria manufacturera en las economías de Asia- Pacífico

A nivel internacional, el comercio de todas las mercancías sujetas a intercambio exterior comprende varias actividades dentro de las que se concentran las siguientes: productos agrícolas, alimentos, combustibles y productos mineros, combustibles, manufacturas, hierro y metal, químicos, farmacéutica, maquinaria y equipo de transporte, oficina y equipo de telecomunicación, circuitos integrados y componentes electrónicos, equipo de transporte, productos automotrices, textiles y ropa (OMC, 2019).

La Organización Mundial del Comercio (OMC) (2019) ha señalado que el mercado de los miembros del APEC representa el 57 por ciento del Producto Interno Bruto (PIB) mundial, el 47 por ciento del comercio mundial, y además el arancel promedio en la región ha disminuido de 17 por ciento desde su creación, a un 5.2 por ciento para 2012.

El flujo de comercio en la región APEC respecto a las exportaciones totales de mercancías hacia el mundo, registraron una tasa de crecimiento de 86 por ciento entre 1990 y 2018, pasando de un total de 1,331,890 millones de dólares estadounidenses (USD) en 1990 a 9,586,109 millones de USD en 2018 por concepto de exportaciones de mercancías (véase gráfica 1).

Gráfica 1. Exportación total de mercancías economías de APEC, 1960-2018.
Millones de dólares

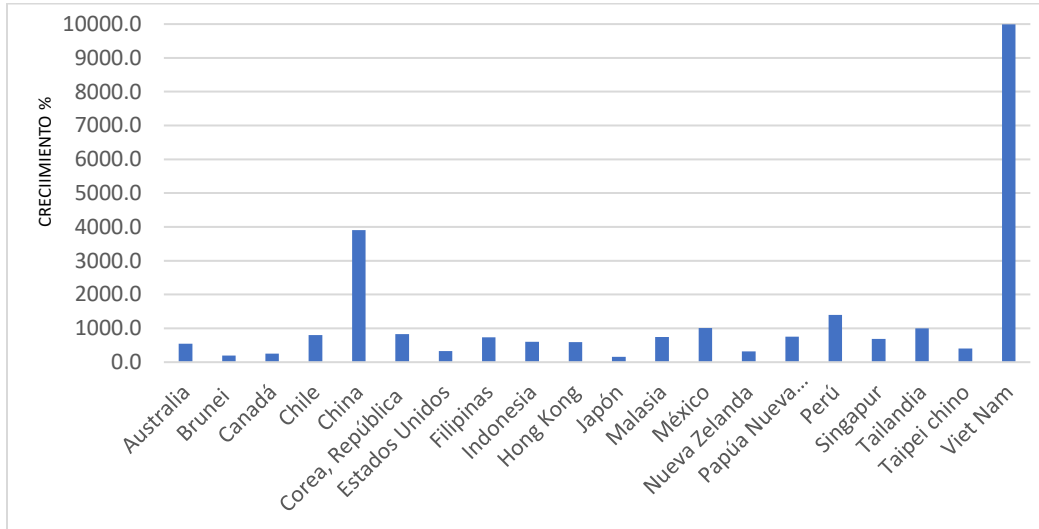


Fuente: Elaboración propia con base en OMC (2019).

De las 21 economías señaladas, China, EE.UU. y Japón representaron juntos el 51 por ciento del total de las exportaciones registradas por la región para el año 2018. México, por su parte, representó el 4.07 por ciento del total de las exportaciones de mercancías para 2018.

Por su parte, Vietnam es el país que ha registrado el mayor aumento de las exportaciones de mercancías en el periodo de 1990 a 2018, con una tasa de crecimiento de las mismas de 9 995 por ciento, lo que equivale a pasar de 2 404 a 242 683 millones de USD. En segundo lugar, se ubica China con una tasa de crecimiento 3904.9 por ciento en el periodo 1990-2018, es decir con exportaciones equivalentes a 249 203 a 2 486 695 millones de USD, en tercer lugar, se encuentra Perú con una tasa de crecimiento de 1 396 por ciento, seguido de México quien, a pesar de su baja participación en las exportaciones totales, registró una tasa de crecimiento de 1 007 por ciento en el periodo de 1990 a 2018 (véase gráfica 2).

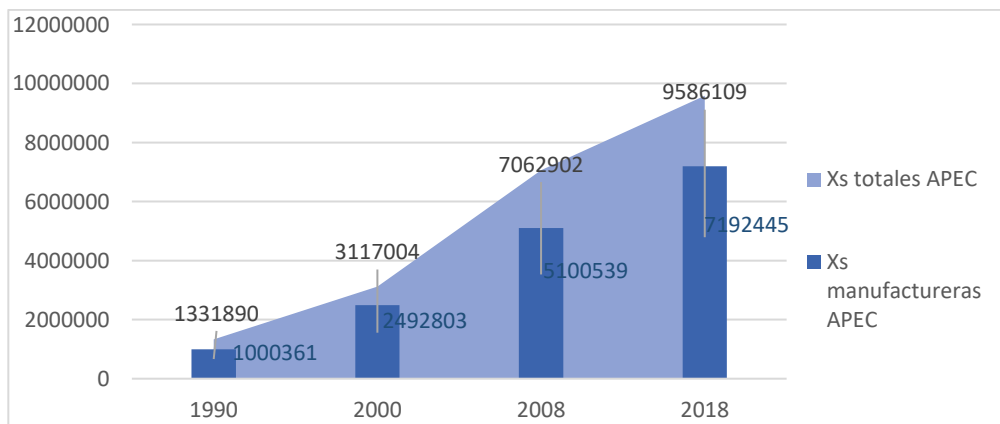
Gráfica 2. Tasa de crecimiento de las exportaciones de mercancías de APEC, 1990-2018



Fuente: Elaboración propia con base en OMC (2019).

El total de exportaciones entre las economías de APEC, el sector de la manufactura juega un papel muy importante pues se ha mantenido al alza desde 1990. Las exportaciones manufactureras representaron un 75.11 por ciento en 1990, mientras que para 2018 representaron un 75.02 por ciento respecto a las exportaciones totales (véase gráfica 3).

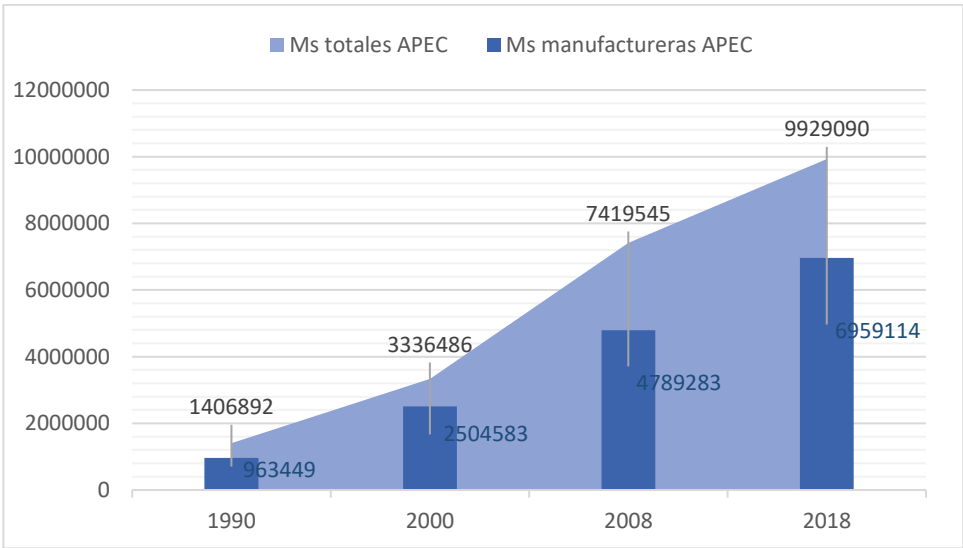
Gráfica 3. Exportaciones manufactureras APEC, respecto a las totales. Millones de dólares



Fuente: Elaboración propia con base en WTO (2020).

En lo que concierne a las importaciones manufactureras como parte del total de las importaciones de las economías del APEC, también son muy importantes en cuanto al porcentaje de las mismas. Para 1990 las importaciones de manufacturas representaban el 68.48 por ciento de las importaciones totales y para el 2018 este porcentaje fue de un 70.1 por ciento (véase gráfica 4).

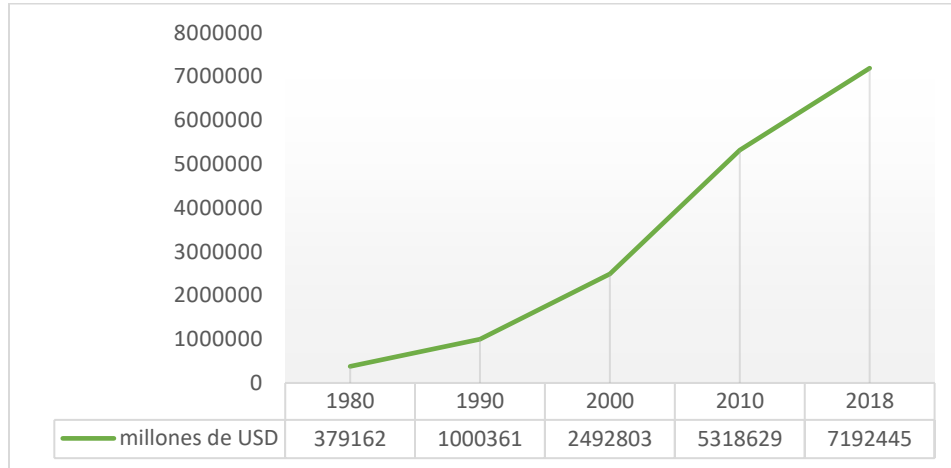
**Gráfica 4. Importaciones manufactureras APEC, respecto a las totales.
Millones de dólares**



Fuente: Elaboración propia con base en WTO (2020).

El comercio internacional de las economías miembros del APEC, de acuerdo con datos de WTO (2019), para el año de 1980, el total de sus exportaciones manufactureras con el resto del mundo ascendió a 379 162 millones de USD, mientras que para el año 2018 este monto fue equivalente a 7 192 445 millones de USD, lo anterior significó un incremento en 6 813 283 millones de USD (véase gráfica 5).

Gráfica 5. Total de exportaciones manufactureras de APEC, 1980-2018.
Millones de dólares



FUENTE: Elaboración propia con base en WTO (2019).

A la par del incremento de las exportaciones de manufacturas realizadas por parte de las economías de APEC, se observó también un aumento de sus importaciones en el periodo de 1980 a 2018. Pese a lo anterior, este aumento en las importaciones sólo fue mayor hacia el año 2000, año a partir del cual el monto por exportaciones ha superado al de importaciones en poco más de 233 mm de USD.

Particularmente puntualizando datos del sector manufacturero, las economías que tuvieron los mayores montos de exportaciones fueron sido China, EE.UU. y Japón (véase tabla 1). Juntos representaron el 57.5 por ciento de las exportaciones manufactureras para los miembros del APEC en 2018.

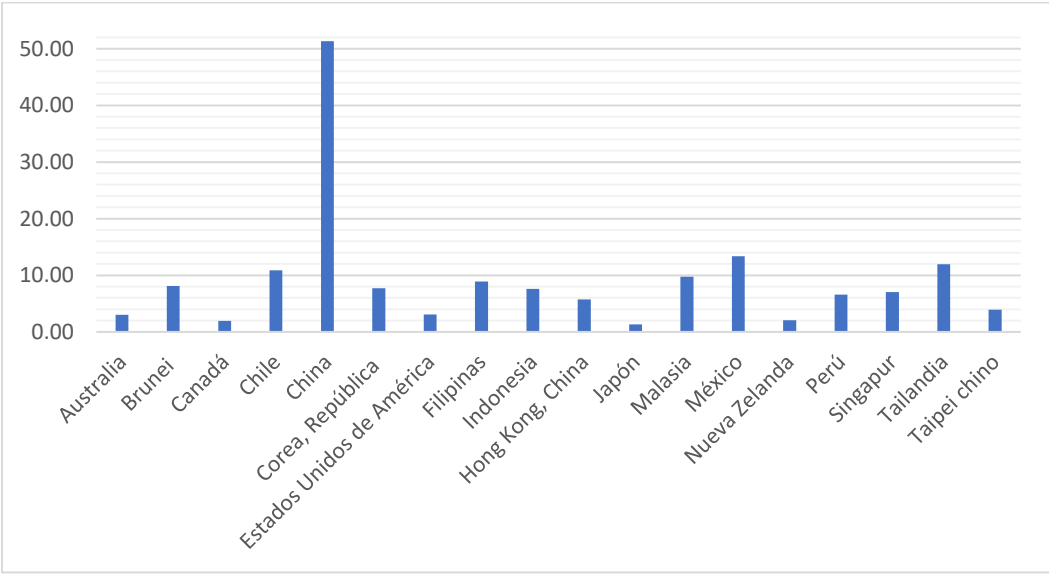
Tabla 1. Exportaciones manufactureras, principales economías de APEC.
Millones de dólares

País	1980	1990	2000	2010	2018
China	8712	44312	219859	1476532	2318153
EE.UU.	142239	290486	646421	943810	1176498
Japón	122711	275145	449713	680218	641106

Fuente: Elaboración propia con base en datos de OMC (2019).

Si bien México ha contribuido con solo un 5.04 por ciento a las exportaciones manufactureras de la región, es importante señalar que entre 1990 a 2018 registró un aumento de las mismas en 13.38 por ciento, dato que resalta entre los mayores exportadores de APEC y estando sólo por debajo de China cuya tasa fue del 51 por ciento; en tercer lugar, se encontró Tailandia con una tasa del 12 por ciento en el periodo señalado, seguido de Chile, quien registró un aumento del 10.9 por ciento de 1990 a 2018 (véase gráfica 6) (OMC, 2019).

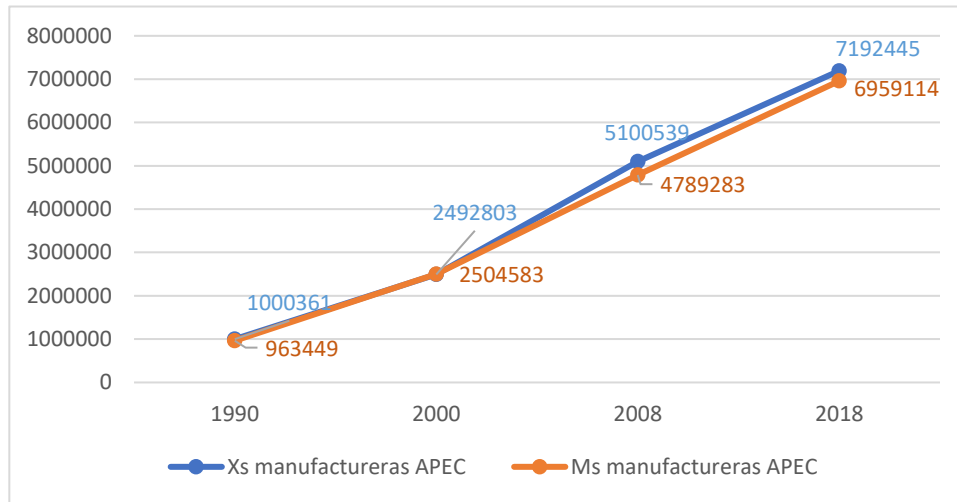
Gráfica 6. Tasa de crecimiento de las exportaciones manufactureras de APEC, 1990 a 2018.
Variación porcentual



Fuente: Elaboración propia con base en OMC (2019).

Por el lado de las importaciones manufactureras, para el año 2000 éstas superaron en 11 780 millones de USD, a las exportaciones del conjunto de países miembros del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (véase gráfica 7) (WTO, 2019).

**Gráfica 7. Balanza comercial de manufacturas de APEC, 1990-2018.
Millones de dólares**



Fuente: Elaboración propia con base en WTO (2020).

Este aumento considerable en los montos equivalentes a intercambio por concepto de exportaciones, se presenta como un dato variado entre las economías que integran la APEC; en 1980, la economía más dominante respecto a este sector fue la de EE.UU. con exportaciones manufactureras por un total de 142 239 millones de USD (WTO, 2019).

Seguido de EE.UU., en orden de importancia se encontró Japón con un monto total de 122 711 millones de USD; con una gran diferencia le siguió Canadá con 29 978 millones de USD y Hong Kong con 17 954 millones de USD. México por su parte, registró ventas por exportación de manufacturas por 4 389 millones de USD lo cual representó el 1 por ciento para APEC (véase tabla 2).

Tabla 2. Exportaciones manufactureras de las economías de APEC, 1980, 1990 y 2000.

Millones de dólares

	1980	1990	2000
Australia	3782	7097	15159
Brunei	60	60	nd
Canadá	29978	73314	175644
Chile	417	830	2795
China	8712	44312	219859
Corea, República	15660	60597	154899
EE.UU.	142239	290486	646421
Filipinas	1221	5591	34770
Indonesia	499	9041	36939
Hong Kong	17954	75642	192496
Japón	122711	275145	449713
Malasia	2435	15824	78930
México	4389	25258	138645
Nueva Zelanda	1167	2388	4377
Papúa Nueva Guinea	nd	92	38
Perú	553	591	1161
Rusia	nd	nd	24402
Singapur	8341	37488	117681
Tailandia	1627	14576	51658
Taipei chino	17417	62029	141040
Viet Nam	nd	nd	6176

Fuente: Elaboración propia con base en WTO (2019).

Si observamos la evolución en cuanto al movimiento de las exportaciones manufactureras de las economías del APEC para los años 2010 y 2018, destacó el desempeño de China quien incrementó en un 57 por ciento en el valor monetario de sus exportaciones manufactureras para 2018, respecto al 2010 (véase tabla 3).

Al mismo tiempo, China se ubicó en 2018 como el principal exportador de manufacturas, entre las economías de APEC, con un monto total de 2 318 153 millones de USD.

Tabla 3. Exportaciones manufactureras de las economías de APEC, 2010 y 2018.
Millones de dólares

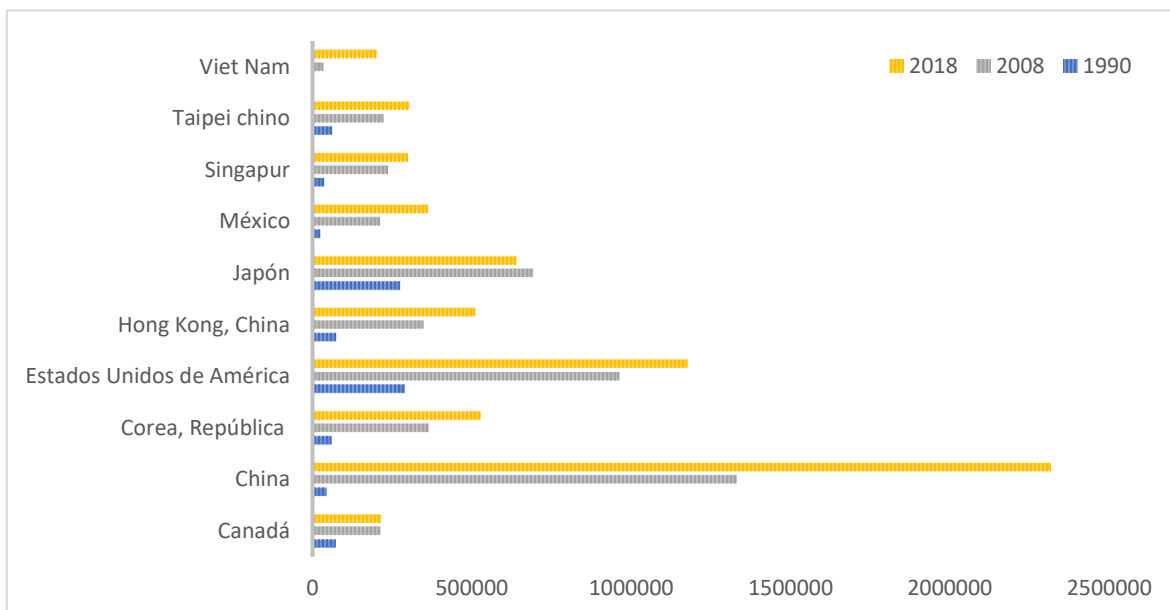
	2010	2018
Australia	26858	28679
Brunei	400	547
Canadá	186085	215804
Chile	8489	9871
China	1476532	2318153
Corea, República	411531	528991
EE.UU.	943810	1176498
Filipinas	43814	55211
Indonesia	58420	77704
Hong Kong, China	373196	510590
Japón	680218	641106
Malasia	133189	169681
México	222333	362608
Nueva Zelanda	7096	7318
Papúa Nueva Guinea	nd	nd
Perú	3834	4496
Rusia	56123	88912
Singapur	254204	300340
Tailandia	141514	189025
Taipei chino	244758	304063
Viet Nam	46225	202848

Fuente: Elaboración propia con base en WTO (2019).

EE.UU. quedó en segundo lugar con 1 176 498 millones de USD, y concentrando casi el 50 por ciento de las exportaciones de este bloque tan sólo estos dos países.

Por su parte Japón, Corea, y Hong Kong le siguieron en orden de importancia, dejando a México como la sexta economía con mayores exportaciones de manufacturas en el bloque con un total de 362 608 millones de USD y que representan el 5 por ciento para APEC (véase gráfica 8).

**Gráfica 8. Exportaciones manufactureras principales economías de APEC.
Millones de dólares**

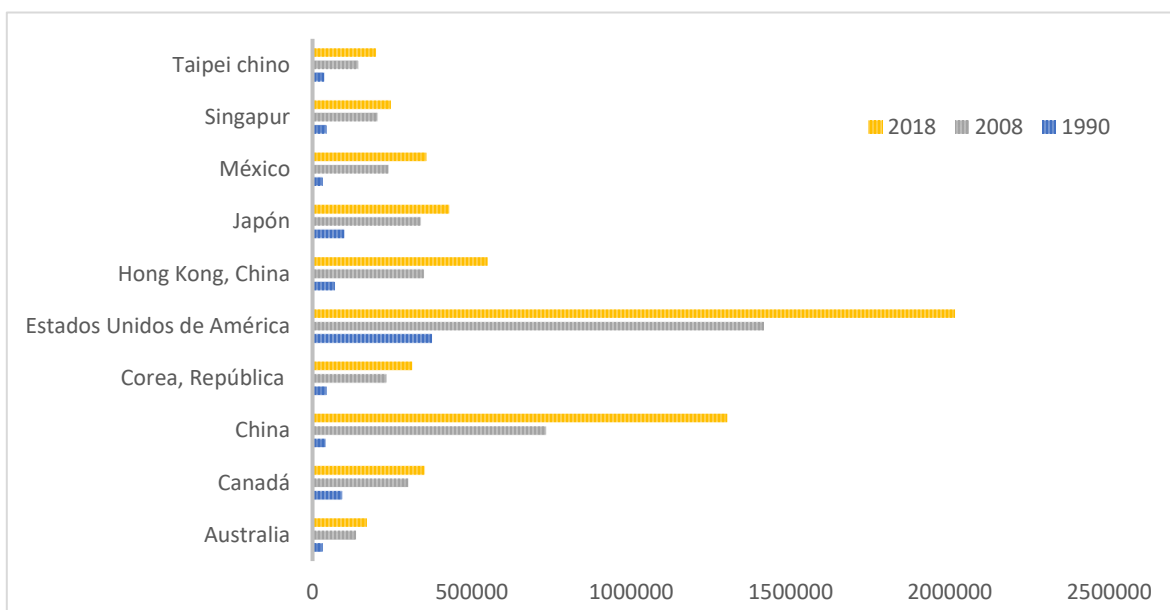


Fuente: Elaboración propia con base en WTO (2020).

Refiriéndonos a las importaciones manufactureras de las principales economías del APEC, puede destacarse el comportamiento de EE.UU. puesto que se registró un comportamiento creciente equivalente a un 437 por ciento en 2018 respecto a 1990, este porcentaje da cuenta de una balanza deficitaria por 839,850 millones de USD para el 2018.

El segundo principal importador de manufacturas de las economías del APEC, fue China quien importó en 2018 1, 301, 979 millones de USD; el tercero fue Hong Kong importando manufacturas con valor de 549, 528 millones de USD y en cuarto lugar se encontró México importando 357, 490 millones de USD en 2018, el saldo de esta balanza comercial de México fue positiva por 326,868 millones de USD (véase gráfica 9).

**Gráfica 9. Importaciones manufactureras principales economías de APEC.
Millones de dólares**



Fuente: Elaboración propia con base en WTO (2020).

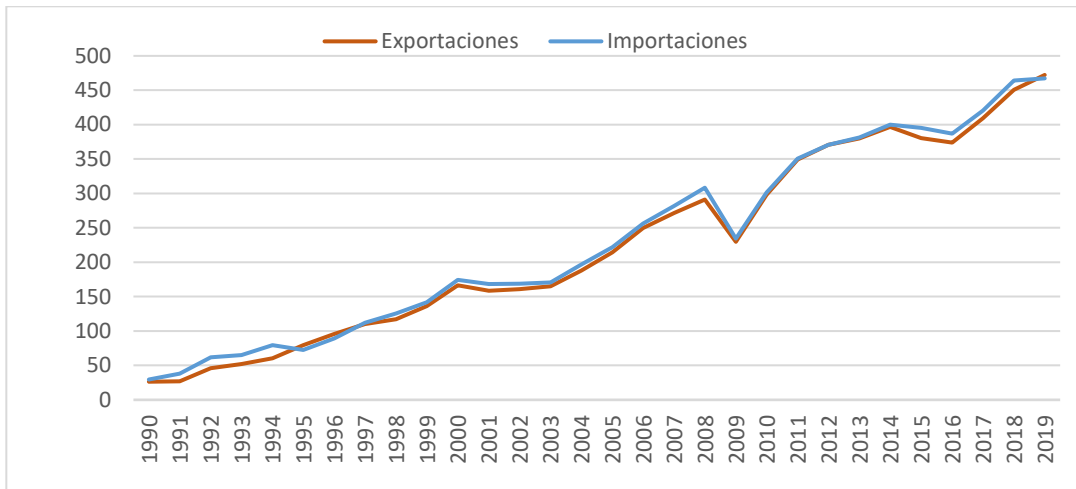
Canadá, Corea, Singapur, Taipei chino y Australia han figurado entre los mayores importadores de manufactura de las economías miembros de APEC en 2018.

1.1.2. La industria manufacturera en México

Del total de exportaciones llevadas a cabo por parte de México, su comportamiento ha venido al alza desde los años noventa, aunque mayoritariamente superadas por las importaciones (véase gráfica 10).

Los principales países con los cuales tuvo un mayor flujo de comercio en relación con las exportaciones de bienes, en 1990 fueron, principalmente EE.UU., Japón, España, Francia y Países Bajos con quienes exportó bienes por un total de 22,177.4 millones de USD (ONU, 2020).

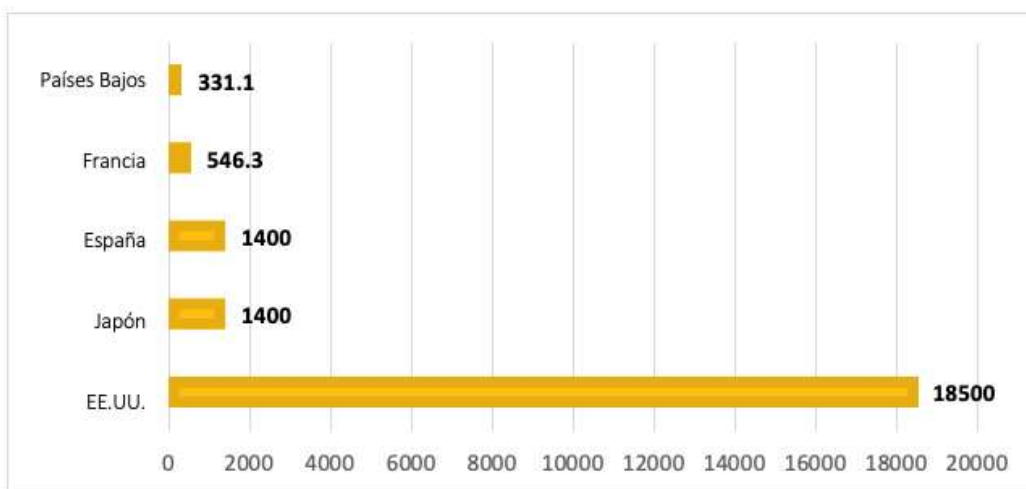
Gráfica 10. Comercio de México en el total de los productos del SA con el mundo.
Miles de millones de dólares



Fuente: Elaboración propia con base en ONU (2020).

Para el año 2019 dentro de los mercados principales de exportación para México, EE.UU. continuó siendo el más importante, incorporándose además Canadá como destino de las mismas, de la misma manera que Alemania y China (véase gráfica 11) (ONU, 2020).

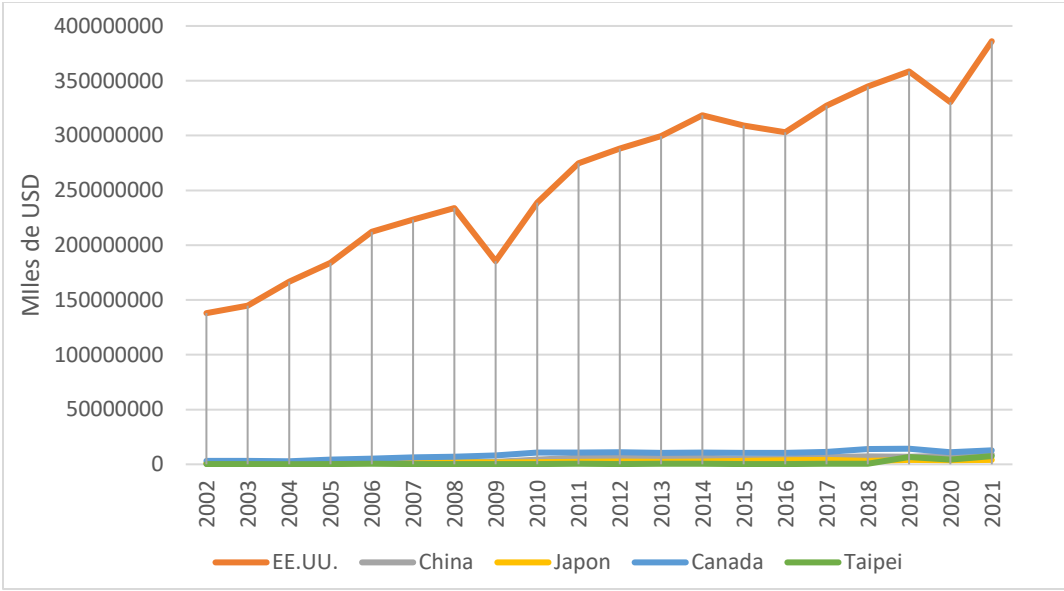
Gráfica 11. México: Principales mercados de exportación de bienes, 1990.
Millones de dólares



Fuente: Elaboración propia con base en ONU (2020).

Con los cuatro países principales para la exportación de bienes, EE.UU., Canadá, Alemania y China, México obtuvo 286, 900 millones de USD. En lo que concierne a economía estadounidense se puede registrar una diferencia positiva de 240, 400 millones de USD de 1990 a 2019 (véase gráfica 12).

Gráfica 12. México: Exportación de mercancías, principales socios de APEC, 2002-2021.
Miles de dólares



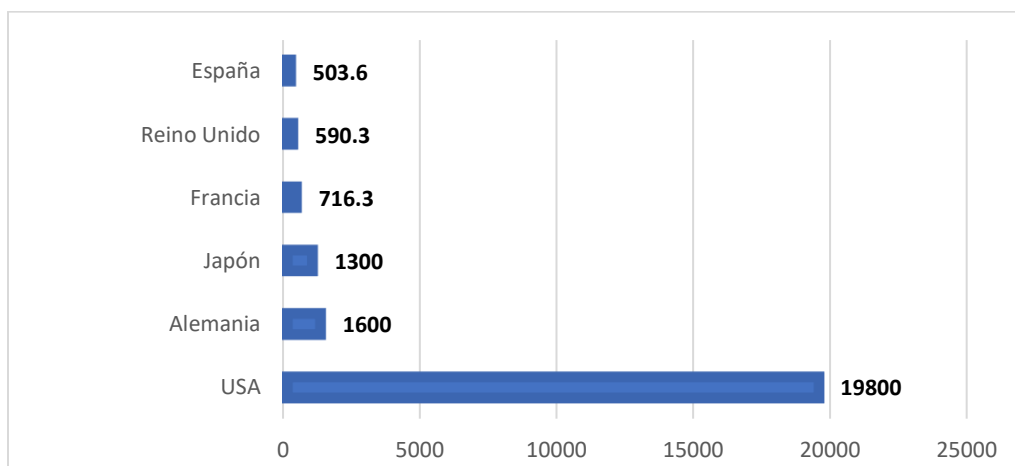
Fuente: Elaboración propia con base en ONU (2020).

Para el año 1990 es posible observar una mayor actividad comercial entre México y los EE.UU., en tanto la mayor parte de sus exportaciones tiene esa economía como destino, manteniendo sus flujos con Canadá, Japón, Alemania y Corea. Aunque con una diferencia negativa de las exportaciones menos las importaciones por un total de 11.4 billones de USD en las exportaciones con estas economías para el año 2013.

Adicionalmente, es importante destacar los socios principales de APEC, que México ha tenido al considerar sus exportaciones; se resalta que para el periodo que va del

2002 al 2021 sus socios principales se concentraron en 5 economías principalmente, a saber, EE.UU., China, Japón, Canadá y Taipei.

Gráfica 13. México: Principales mercados de importación de bienes, 1990. Millones de dólares.

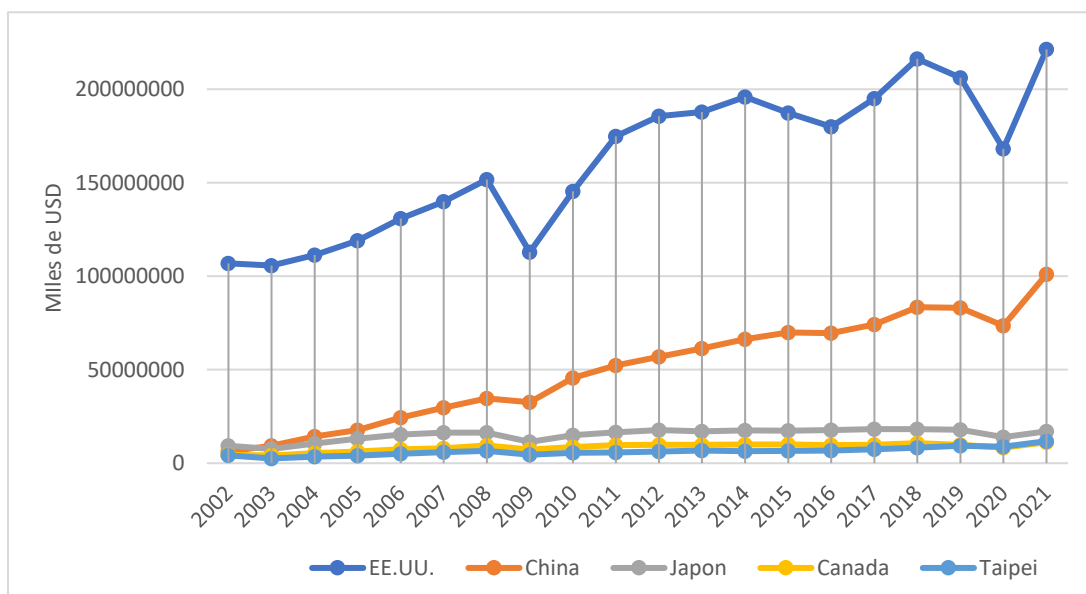


Fuente: Elaboración propia con base en ONU (2020).

Las importaciones de mercancías principalmente son provenientes de EE.UU. con un valor de 206, 100 millones de USD, lo cual representó una diferencia positiva de 186, 300 millones de USD, comparado con 1990. Con China, esta diferencia también fue positiva por un total de 81, 500 millones de USD, en 2019 comparado con 1990, manteniéndose China, Japón, Corea y Canadá como principales mercados de importación (ver gráfica 13).

Adicionalmente, se registró un incremento significativo en el periodo 2002-2021 de las importaciones de EE.UU. y también destacan las de China, con quien ha habido un aumento de casi 95 millones de USD y se destaca una disminución marcada en todos los casos en el año 2019 que se puede atribuir al efecto que la pandemia ocasionada por la COVID-19 a nivel mundial (véase gráfica 14) (OCDE, 2020).

Gráfica 14. México: Importación de mercancías, principales socios de APEC, 2002-2021.
Miles de dólares

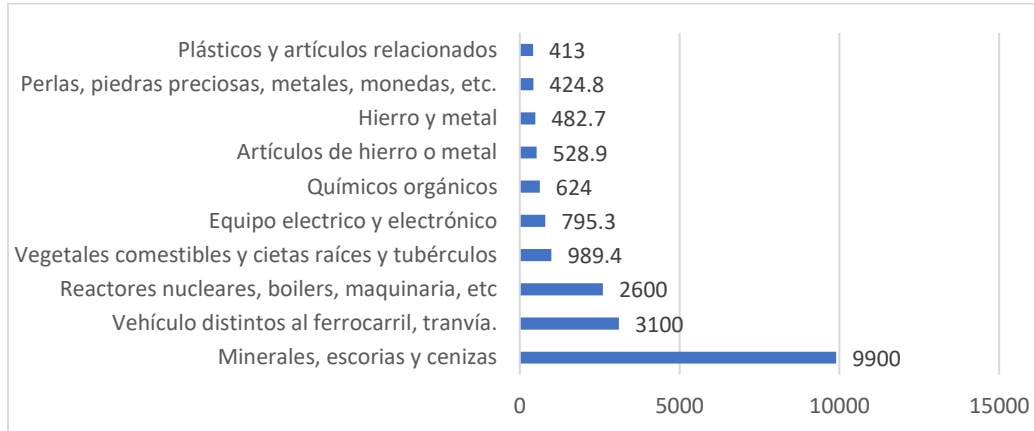


Fuente: Elaboración propia con base en UN-Comtrade, OCDE, 2020.

China, EE.UU., Japón y Corea, siendo las principales economías para la importación de bienes por parte de la economía mexicana, se han mantenido en crecimiento desde los años 90, teniendo comercio por un valor de las importaciones desde entonces, por un monto de 240, 066.6 millones de USD en 1990 frente a 342, 500 millones de USD en 2019.

En 1990, los bienes que principalmente eran exportados por México se centraban en el sector de los minerales, escorias y cenizas, donde se registraron, para este año, 9, 900 miles de millones de USD; por su parte, los bienes relacionados con vehículos distintos al ferrocarril, tranvía registraron 3, 100 miles de millones de USD; en el caso de reactores nucleares, boilers, maquinaria, etc. se exportaron 2, 600 miles de millones de USD (véase gráfica 15).

Gráfica 15. México: Principales bienes de exportación, 1990.
Miles de millones de dólares



Fuente: Elaboración propia con base en ONU (2020).

En cambio, los principales bienes importados, para ese mismo año, fueron desde el área de reactores nucleares, boilers, maquinaria, etc. por 5, 200 miles de millones de USD, lo cual representó un monto menor al de las exportaciones en esta área. Por otro lado, se importaron 2,000 miles de millones de USD en equipo eléctrico y electrónico, lo cual representa 1,204.7 miles de millones de USD más que lo exportado en esa rama de actividad (véase gráfica 16).

Gráfica 16. México: Principales bienes de importación, 1990.
Miles de millones de dólares



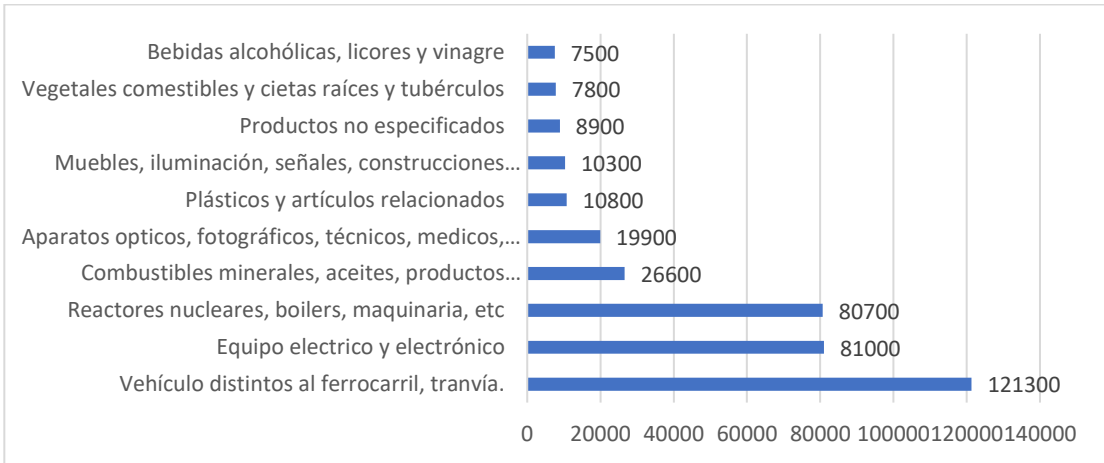
Fuente: Elaboración propia con base en ONU (2020).

Las exportaciones de químicos orgánicos ascendieron a los 624 miles de millones de USD, mientras hubo importaciones por 1, 200 miles de millones de USD.

Para México en el 2019, uno de los principales bienes que se exportaron fueron los vehículos, seguidos por equipo eléctrico y electrónico, reactores nucleares, boilers, maquinaria, etc., y combustibles minerales, productos destilados, listados en orden de importancia (véase gráfica 17).

En 2019, las importaciones se destacaron por productos de equipo eléctrico y electrónico por un valor de 94, 800 miles de millones de USD, a diferencia de 81,000 miles de millones de USD por concepto de exportación, lo cual significa un diferencial de 13, 800 miles de millones de USD.

Gráfica 17. México: Principales bienes de exportación, 2019.
Miles de millones de dólares



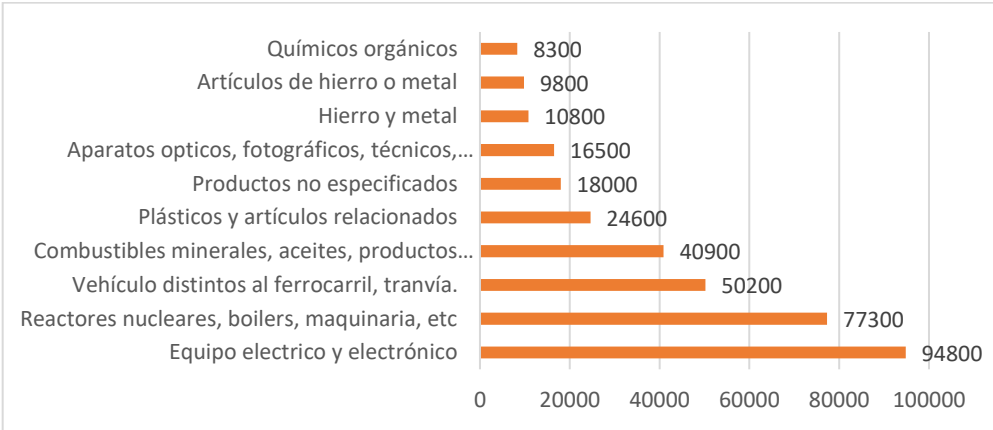
Fuente: Elaboración propia con base en ONU (2020).

También se registraron importaciones de reactores nucleares, boilers y maquinaria por 77,300 miles de millones de USD en 2019, aunque las exportaciones de México en esta área fueron mayores por 3,400 miles de millones de USD; mismo caso con

los vehículos distintos al ferrocarril, tranvía pues las exportaciones fueron mayores a las importaciones por 71,100 miles de millones de USD (véase gráfica 18).

Gráfica 18. México: Principales bienes de importación, 2019.

Miles de millones de dólares



Fuente: Elaboración propia con base en ONU (2020).

En lo que respecta al sector manufacturero es importante señalar que la clasificación de productos de exportación e importación, se lleva a cabo de acuerdo con la Tarifa de la Ley de Impuestos Generales de Importación y Exportación (TIGIE) cuya base es el Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías (SA), implementado internacionalmente por la organización mundial de aduanas.

De acuerdo con el INEGI (2020), este sector comprende las unidades económicas dedicadas principalmente a la transformación mecánica, física o química de materiales o sustancias con el fin de obtener productos nuevos; al ensamble de partes y componentes fabricados; a la reconstrucción en serie de maquinaria y equipo industrial, comercial, de oficina y otros, y al acabado de productos manufacturados mediante el teñido, tratamiento calorífico, enchapado y procesos similares.

Así mismo, se incluye la mezcla de productos para obtener otros diferentes, como aceites, lubricantes, resinas plásticas y fertilizantes. El trabajo de transformación se puede realizar en sitios como plantas, fábricas, talleres, maquiladoras u hogares. Estas unidades económicas usan, generalmente, máquinas accionadas por energía y equipo manual (INEGI, 2020).

Dado que la TIGIE y el SA son los referentes internacionales para clasificar y localizar adecuadamente los sectores, es importante realizar una homologación de productos para identificar claramente las actividades y sectores que se revisan en la presente investigación. La Clasificación Mexicana de Actividades y Productos (CMAP) fue creada para los Censos Económicos (1981, 1986, 1989 y 1994) y en ella se consideran nueve sectores de actividad económica (véase tabla 4).

Tabla 4. Clasificación mexicana de actividades y productos, 1981-1994

Clasificación Mexicana de Actividades y Productos (CMAP)	
I	Productos alimenticios, bebidas y tabaco
II	Textiles, prendas de vestir e industria del cuero
III	Industria de la madera y productos de madera
IV	Papel, productos del papel, imprentas y editoriales
V	Sustancias químicas, derivados del petróleo, productos de caucho y plásticos
VI	Productos de minerales no metálicos, exceptuando derivados del petróleo y carbón
VII	Industrias metálicas básicas
VIII	Productos metálicos, maquinaria y equipo
IX	Otras industrias manufactureras.

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2008).

De acuerdo con lo publicado por INEGI (2008), el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), fue implementado desde 1997 en México con el objetivo proporcionar un marco único, consistente y actualizado para las actividades

de recopilación, análisis y presentación de estadísticas de tipo económico, que refleje la estructura de la economía mexicana (véase tabla 5).

Tabla 5. Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN)

Agrupación tradicional	Característica general de los sectores	Sector	
Actividades primarias	Explotación de recursos naturales	11	Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza
Actividades secundarias	Transformación de bienes	21	Minería
		22	Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final
		23	Construcción
		31-33	Industrias manufactureras
Actividades terciarias	Distribución de bienes	43	Comercio al por mayor
		46	Comercio al por menor
		48-49	Transportes, correos y almacenamiento
	Operaciones con información	51	Información en medios masivos
	Operaciones con activos	52	Servicios financieros y de seguros
		53	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles
	Servicios cuyo insumo principal es el conocimiento y la experiencia del personal	54	Servicios profesionales, científicos y técnicos
		55	Dirección de corporativos y empresas
		56	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación
		61	Servicios educativos
	Servicios relacionados con la recreación	62	Servicios de salud y de asistencia social
		71	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos
	Servicios residuales	72	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas
		81	Otros servicios excepto actividades del Gobierno
Gobierno	93	Actividades del Gobierno y de organismos internacionales y extraterritoriales	

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2008).

La presentación de los sectores del SCIAN tiene su base en la agrupación tradicional de las actividades económicas: actividades primarias, secundarias y terciarias, destacadas en la CMAP, y comprende a veinte sectores de actividad.

En el SCIAN, el sector correspondiente a las manufacturas, se clasifica como una actividad secundaria que tiene como principal característica el hecho de poder transformar bienes, se identifica con los numerales 31-33 (ver tabla 6).

Tabla 6. Sector 31-33: Industrias manufactureras. Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte

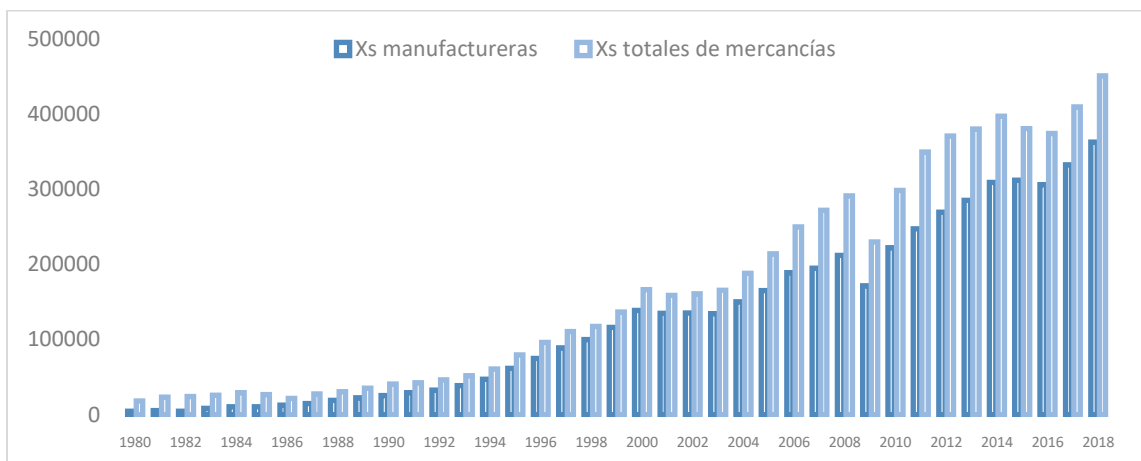
SECTOR 31-33	Industrias manufactureras
Criterios de orden:	Los insumos de este grupo de actividades pueden provenir de las actividades primarias, o de este mismo grupo, y sus productos se destinan a todos los sectores. Tradicionalmente, estos cuatro sectores se han llamado "la industria" (en contraposición al "comercio", "los servicios" y "las actividades primarias").
Subsectores	Categoría:
3110	Industria alimentaria
3120	Industria de las bebidas y del tabaco
3130	Fabricación de insumos textiles
3140	Confección de productos textiles, excepto prendas de vestir
3150	Fabricación de prendas y accesorios de vestir
3160	Fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos, excepto prendas de vestir
3210	Industria de la madera
3220	Industria del papel
3230	Impresión e industrias conexas
3240	Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón mineral
3250	Industria química
3260	Industria del plástico y del hule
3270	Fabricación de productos a base de minerales no metálicos
3310	Industrias metálicas básicas
3320	Fabricación de productos metálicos
3330	Fabricación de maquinaria y equipo
3340	Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos
3350	Fabricación de equipo de generación eléctrica y aparatos eléctricos
3360	Fabricación de equipo de transporte y partes para vehículos automotores
3370	Fabricación de muebles y productos relacionados (colchones, cortineros)
3380	Otras industrias manufactureras
3399	Descripciones insuficientemente especificadas de subsector de actividad del sector 31-33, Industrias manufactureras

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2008).

La clasificación que se utilizará en la presente investigación para referirnos al sector manufacturero, es la que proporciona el SCIAN En el caso particular de México los datos sobre industria manufacturera reportan un aumento de las exportaciones

entre 1980 y 2018, manteniendo niveles muy bajos entre la década de los ochentas y con un impulso sobresaliente a partir del año 2000 (véase gráfica 19).

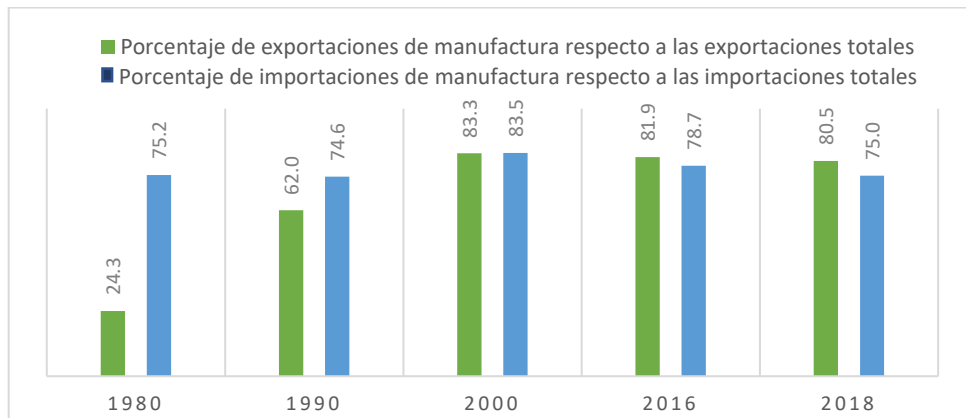
Gráfica 19. Exportaciones de manufactura de México, 1980-2018.
Millones de dólares



Fuente: Elaboración propia con base en OMC (2019).

Para 1980, del total de exportaciones mexicanas de mercancías, el 24 por ciento correspondieron a manufacturas, este porcentaje subió a 62 por ciento en 1990, a 83 por ciento en el año 2000 y en 2010 se registró una baja relativa a este valor ya que este porcentaje fue de 74.5 por ciento y finalmente para 2018 fue de 80.4 por ciento. En el caso de las importaciones mexicanas, el 75.2 por ciento de las importaciones realizadas en 1980, fueron importaciones de manufactura, este porcentaje bajó a 74.6 por ciento del total para 1990. Es a partir del año 2000 que este porcentaje se eleva a 83.5 y en 2008 fue de 75 por ciento (véase gráfica 20).

Gráfica 20. México, comercio de manufactura respecto al comercio total



Fuente: Elaboración propia con base en OMC (2019).

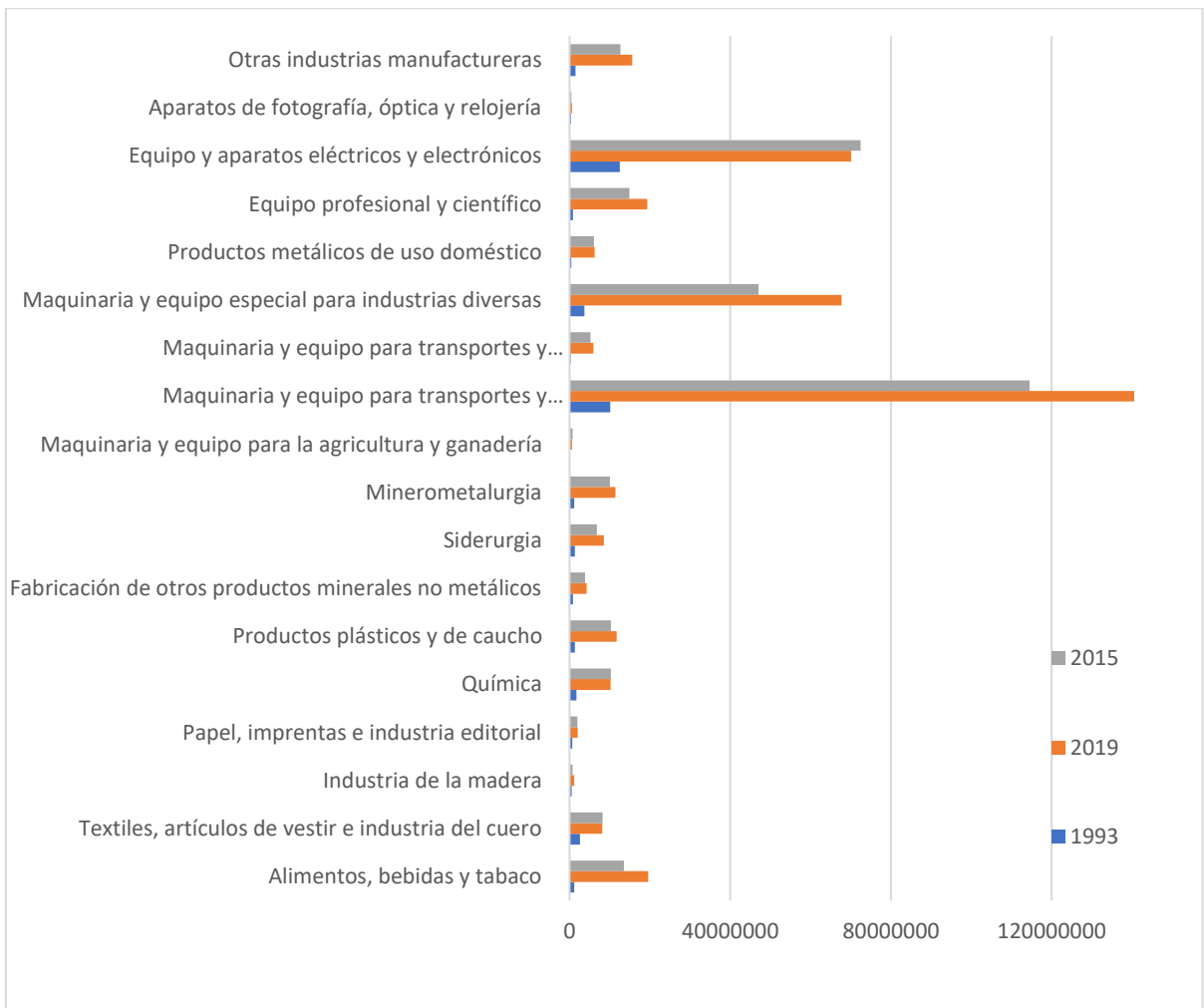
En términos de balanza comercial de manufacturas, de acuerdo a los datos reportados por WTO (2019), el saldo fue negativo si se observa el periodo de 1980 a 1994, a partir de 1995 se registró saldo positivo, pero en el año 2000 nuevamente se realizaron más importaciones que exportaciones de manufactura, manteniéndose éste comportamiento hasta finales de 2016 (véase gráfica 21).

**Gráfica 21. Balanza comercial de la industria manufacturera mexicana.
Miles de millones de dólares**



Fuente: Elaboración propia con base en WTO (2019).

Gráfica 22. Principales grupos de bienes manufacturados exportados por México.
Miles de dólares

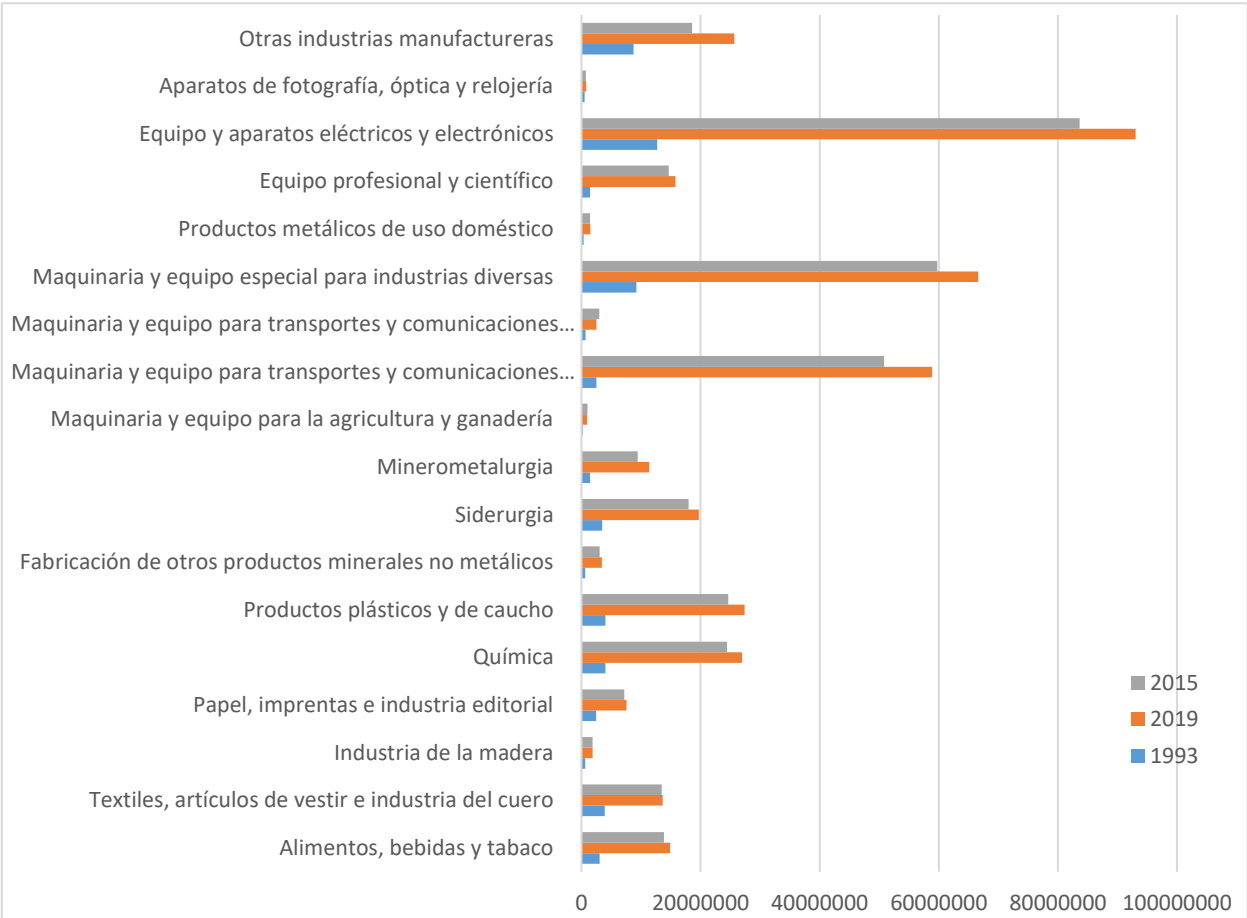


Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2020).

Los bienes característicos de la industria manufacturera, que México ha exportado desde 1993 a 2019 son, en orden de importancia: maquinaria y equipo para transportes y comunicación, equipo y aparatos eléctricos y electrónicos, maquinaria y equipo especial para industrias diversas, alimentos, bebidas y tabaco, equipo profesional y científico, minero metalurgia, productos plásticos y de caucho, química, textiles, artículos de vestir e industria del cuero, otros productos minerales

no metálicos, productos metálicos de uso doméstico, industria de la madera y aparatos de fotografía, óptica y relojería (INEGI, 2020) (véase gráfica 22).

Gráfica 23. Principales grupos de bienes manufacturados importados por México
Miles de dólares



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2020).

En la gráfica anterior (véase gráfica 23), se muestra el caso de bienes manufacturados importados por México, destacan en orden de importancia equipo profesional y científico, maquinaria y equipo para transportes y comunicación, aparatos de fotografía, óptica y relojería, productos plásticos y de caucho, química, alimentos, bebidas y tabaco, textiles, artículos de vestir e industria del cuero,

siderurgia, minero metalurgia, papel, imprentas e industria editorial, industria de la madera, otros productos minerales no metálicos, maquinaria y equipo para agricultura y ganadería, maquinaria y equipo especial para industrias diversas.

1.2. INDUSTRIA DE LA MADERA EN LAS ECONOMÍAS DEL FORO DE COOPERACIÓN ECONÓMICA ASIA-PACÍFICO

Históricamente, la relación social con el bosque y su apreciación, ha sufrido modificaciones en distintas épocas, siendo además muy variada entre distintas culturas (Perlin, 1999, citado en Pérez *et al.*, 2007). Durante milenios, la evolución de las sociedades agrarias fue aumentando progresivamente la presión sobre el bosque, aprovechándolo como principal fuente de combustible y material de construcción, además de alimentos, medicinas y otros productos. Pérez *et al.* (2007) señalan que a pesar de esta presión y de la pérdida de espacio forestal, en general el mundo rural pre-industrial mantuvo una estrecha relación con el bosque como parte de un modelo integrado agro-silvopastoral.

La revolución industrial trajo consigo una enorme demanda de materias primas, y llegó a sentar las bases para un proceso paulatino de segregación a nivel mundial. La visión inicial integrada y multifuncional del bosque se transformó en una visión segregada, que valoriza sólo cierta producción económica (madera) y se comienza a contemplar al bosque como un centro generador de recursos que permiten una industrialización y desarrollo (Pérez *et al.*, 2007).

Pérez *et al.* (2007) señala que la incorporación de los nuevos conceptos de valor total a los bosques, como lo es el uso de los recursos forestales no maderables, y

el creciente interés que se ha manifestado desde las ciencias forestales hacia otros agentes y otras disciplinas del conocimiento, han abierto la puerta a una nueva apreciación de los servicios que son capaces de ofrecer los bosques, la cual pretende la captación de parte de este valor pero sin contraponerse a las estrategias de conservación y gestión sostenible de los bosques.

Entre 1990 y 2015, la FAO (2009) reportó en sus datos, que la gestión forestal cambió considerablemente, ello pese a que la superficie de bosques en el mundo continuó contrayéndose a la vez que se daba el crecimiento de las poblaciones humanas y por ende la demanda de alimentos y tierras se intensificó, la tasa de pérdida neta de bosques mostró una disminución de más de un 50 por ciento (Navarro, *et. al*, 2022) . Al mismo tiempo, la atención de que es objeto la gestión forestal sostenible nunca ha sido tan intensa: cada vez más tierras se destinan como bosques permanentes, las tareas de medición, evaluación, elaboración de informes y planificación se han ido multiplicando, la implicación de las partes interesadas se ha generalizado, y el marco jurídico que ampara la gestión forestal sostenible ha llegado a tener un amplio alcance (FAO, 2016, citado en Navarro *et. al*, 2022).

Esto no se ha dado por casualidad, pues el aprovechamiento de los recursos forestales sigue usándose intensamente como parte de las actividades productivas con las cuales un gran segmento poblacional depende para su subsistencia, en el año 2010, 12.7 millones de personas tenían un empleo en actividades relacionadas directamente con el bosque, mismas que produjeron un valor añadido bruto de 606 miles de millones de USD en el 2011 (FAO, 2016).

De las 4,060 millones de hectáreas, que es lo que se tiene como área total de bosque mundial, la FAO (2020) señala que el grueso del bosque mundial es bosque regenerado de forma natural y su extensión equivale al 93 por ciento de los bosques mundiales, ó 3,750 millones de ha para 2020.

En referencia a los datos que proporciona la FAO (2020), poco más del 50 por ciento de los bosques a nivel mundial se sitúan en solo cinco países, que juntos representan el 53 por ciento de los bosques del mundo y ellos son la Federación de Rusia, Brasil, Canadá, EE.UU. y China.

Según *El estado de los bosques del mundo* (FAO, 2014), el sector forestal aportó alrededor de 600 mil millones de USD al PIB mundial en 2011, o alrededor del 0.9 por ciento. Los datos comunicados al *Forest Resources Assessment* (FRA) de FAO para 148 países, indican que la aportación de las actividades de silvicultura y extracción de madera fue de alrededor de 117 mil millones de USD. Mientras estos ingresos son mayores en los países de ingresos altos, la importancia relativa es mayor en los países de ingresos bajos, con casi el 1.4 por ciento del PIB en comparación con el 0.1 por ciento de los países de altos ingresos.

1.2.1. La industria de la madera en las economías de Asia-Pacífico

La industria de la madera, que corresponde a la explotación de los recursos forestales, ha participado en actividades de comercio internacional aprovechando los negocios que ahí prevalecen consecuencia del aprovechamiento de sus ventajas comparativas. Diversas economías emergentes que cuentan con la ventaja

de poseer abundancia del recurso forestal, aspiran a una industria que le provea un valor agregado a sus materias primas (FAO, 2019).

Los bosques y selvas brindan diversos servicios ambientales a la sociedad: por un lado se encuentran los productos maderables, que se refieren a la madera para la producción de escuadría (tablas, tablones, vigas y materiales de empaque), papel, chapa, triplay y leña para la generación de energía; por otro lado están los productos no maderables, que incluyen a la tierra de monte, resinas, fibras, ceras, frutos y plantas vivas, ente otros (FAO, 2020).

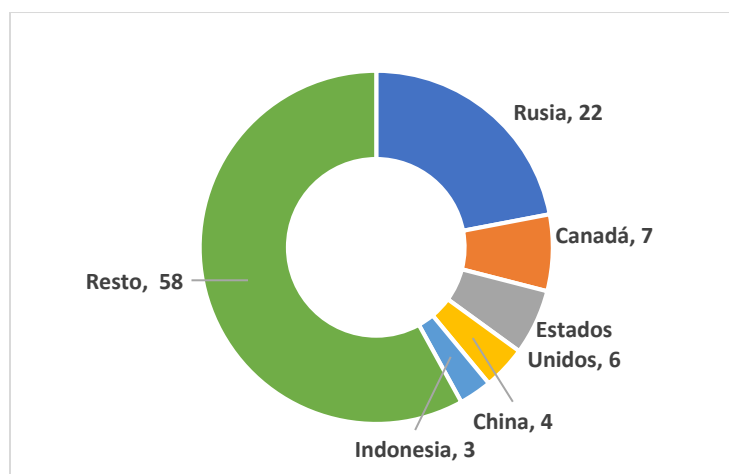
De la misma manera, la FAO (2010) reportó que las plantaciones abarcan aproximadamente 7 por ciento del área total de bosque, dato que es igual a 264 millones de ha, que contienen un 75 por ciento de especies nativas. El área de bosques aumentó de 2000 a 2010 a una tasa anual de 5 millones de ha, lo anterior obedece principalmente a que ha realizado la plantación de árboles en tierras donde no había el interés por hacerlo como lo es el caso de China.

En valores referidos para el ámbito internacional, la FAO (2020) informa que el 73 por ciento de los bosques son de propiedad pública, el 22 por ciento son de propiedad privada y el resto se desconoce; además que el 30 por ciento de los bosques del mundo, se utilizan principalmente con fines productivos, de los cuales 1150 millones de ha se aprovechan en la elaboración de productos forestales

maderables (PFM³) y no maderables (PFNM⁴), finalmente 749 millones de ha se destinan a usos múltiples, que también pueden incluir la producción.

Para el 2010 Rusia contaba con el 22 por ciento de la superficie forestal mundial, Brasil en segundo lugar, seguido de Canadá, Estados Unidos (EE.UU.) y China (véase gráfica 24). En conjunto, éstos cinco países representan más de la mitad del total del área de bosque. En ese mismo orden de importancia le sigue Indonesia (3.2 por ciento) en el sexto lugar (FAO, 2010).

Gráfica 24. Superficie forestal mundial, principales economías de APEC. 2010



Fuente: Elaboración propia con base en FAO (2010).

Entre los años que van de 2000 a 2009 destacaron cinco países principales exportadores de productos forestales; el principal exportador durante este periodo fue Canadá, con más de 254 mil millones de USD (ODEPA, 2011). El segundo en

³ PFM: Son los que provienen directamente del aprovechamiento de la madera de árboles de especies forestales: madera, así como los productos y derivados que se obtengan de la transformación de ésta (FAO, 2019).

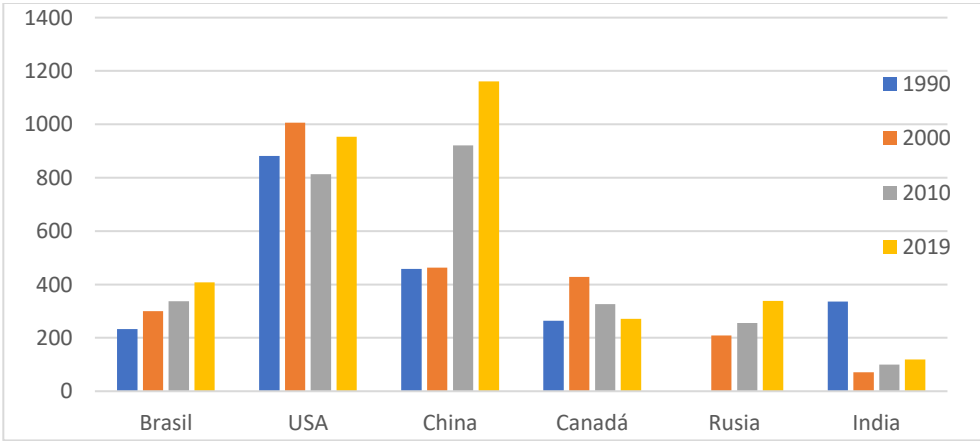
⁴ PFNM: Son bienes de origen biológico, distintos de la madera, derivados del bosque, de otras áreas forestales y de los árboles fuera de los bosques. Pueden recolectarse en forma silvestre o producirse en plantaciones forestales o sistemas agroforestales (FAO, 2019).

importancia fue EE.UU., con 173 mil millones de USD estadounidenses, seguido por Alemania, con 165 mil millones de USD; Suecia, con 128 mil millones, y Finlandia, con 126 mil millones de USD. Estos cinco países concentraron el 47 por ciento de los montos transados (ODEPA, 2011).

Fue sólo a partir de 2009 que los montos exportados por estos países se redujeron importantemente. Canadá fue el país que redujo más sus envíos (31.2 por ciento), éstos descensos provocaron cambios en las participaciones de mercado, y EE. UU. pasó a liderar los envíos al mercado internacional (ODEPA, 2011).

Ya en 2019, los mayores productores forestales mundiales fueron China con un 14.2 por ciento de la producción total, EE. UU. con el 11.7 por ciento de la producción mundial, Brasil con el 5 por ciento, seguido de Rusia con un 4.1, Canadá con un 3.3 por ciento e India con un 1.5 por ciento (véase gráfica 25). Dichas economías sumaron el 40 por ciento de la producción forestal mundial, con la contribución de México con un 0.9 por ciento (FAO, 2020).

Gráfica 25. Producción forestal mundial, según país, 1990- 2019.
Millones de dólares

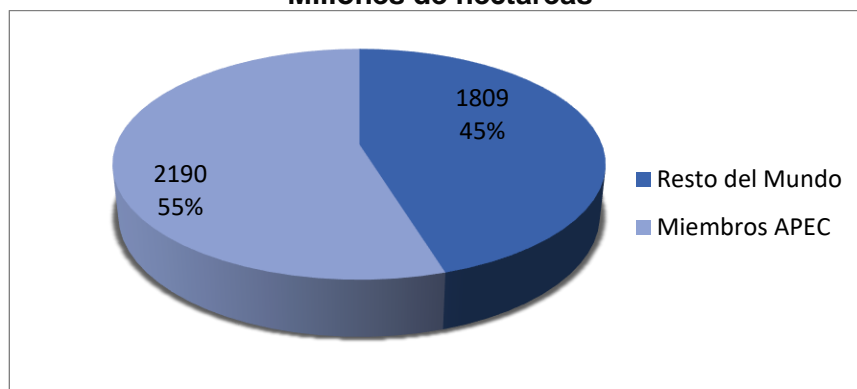


Fuente: Elaboración propia con datos de FAO (2020).

En relación con los datos de destino de los productos forestales, también se destaca EE.UU. como el principal importador, le siguen China, Alemania, Japón y Reino Unido, concentrando entre ellos un porcentaje de 40.2 por ciento de las compras totales internacionales para 2009 (ODEPA, 2011).

En lo que respecta al APEC, FAO (2016) reportó que las 21 economías que integran el Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico, cubren de manera conjunta el más de la mitad de los bosques del planeta (véase gráfica 26).

**Gráfica 26. Área total de bosques en el mundo.
Millones de hectáreas**



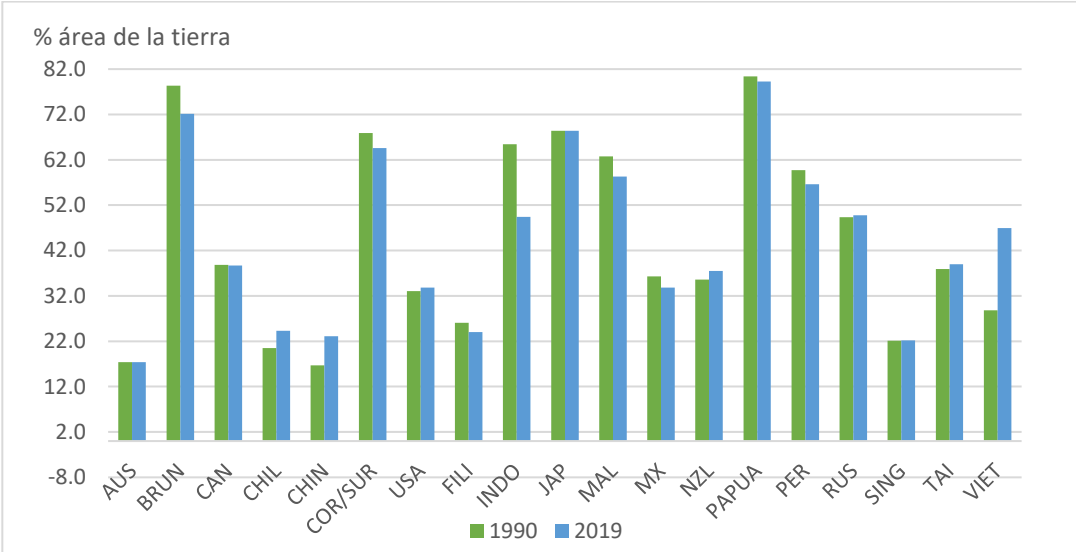
Fuente: Elaboración propia con base en FAO (2016).

La distribución de los bosques de las economías del Foro de Cooperación Asia-Pacífico, y su aprovechamiento en cuanto a la producción de tipo sostenible, muestran a los países que han reportado una pérdida de la superficie de dicho recurso, Brunei, Corea, Filipinas, Indonesia, Malasia, México, Papúa y Perú (ver gráfica 27). Esta disminución se debió principalmente a la deforestación creciente y a la degradación de los bosques (Navarro, *et. al*, 2022).

En cuanto al número de proyectos locales que se enfocan en la promoción del uso responsable y sostenible de los recursos, se ha evidenciado un aumento importante,

lo cual beneficia directamente a las comunidades y al sector industrial pues se garantiza la disponibilidad del recurso proveniente de los bosques naturales.

Gráfica 27. Superficie forestal economías de Asia-Pacífico, 1990 y 2019



Fuente: Elaboración propia con base en indicadores del Banco Mundial (2022).

Según información del Banco Mundial (2022) diversos países han desarrollado actividades de ecoturismo y servicios ambientales, generando fuentes alternativas de financiamiento y con lo cual también se favorece la protección del recurso forestal. Datos sobre la producción sostenible en forma creciente, de dicho recurso, se registran para Brunei, Estados Unidos, Filipinas, Indonesia, Perú, Japón a partir del año 2000, Malasia, Taipei y Rusia.

En cuanto al comercio de los principales productos forestales, la FAO (2022) ha publicado las estadísticas importantes sobre la industria de la madera para el periodo de 1990 a 2019.

Las economías con mayor presencia tanto como compradores como productores de madera en rollo fueron EE.UU., Rusia y China, seguidos de Brasil y Canadá. Comportamiento que se repite para el año 2019 (ver tabla 7).

Tabla 7. Productores y consumidores de madera en rollo. APEC

Porcentaje del consumo/producto mundial		
Año	Productores	Consumidores
2014	EE.UU. (19%); Federación de Rusia (10%); China (9%); Canadá (8%)	EE.UU. (19%); China (12%); Federación de Rusia (9%); Canadá (8%)
2019	EE.UU. (18%); Federación de Rusia (11%); China (9%); Canadá (7%); Indonesia (4%)	EE.UU. (19%); China (12%); Federación de Rusia (9%); Canadá (7%); Indonesia (4%)

Fuente: Elaboración propia con base en estadísticas forestales de la FAO (2022)

En los pellets de madera, Estados Unidos, Alemania y Canadá fueron los principales productores para 2014, mientras que para 2019 fueron Estados Unidos, Alemania y Vietnam (ver tabla 8).

Tabla 8. Productores y consumidores de *pellets* de madera. APEC

Porcentaje del consumo/producto mundial		
Año	Productores	Consumidores
2014	EE.UU. (26%); Canadá (7%)	EE.UU. (12%); Corea (7%)
2019	EE.UU. (19%); Viet Nam (7%); Canadá (7%); Federación de Rusia (5%)	Corea (8%); EE.UU. (5%); Japón (4%)

Fuente: Elaboración propia con base en estadísticas forestales de la FAO (2022)

Por su parte, las economías que más *pellets* consumieron fueron Reino Unido, EE.UU. e Italia en 2014 y Reino Unido, Alemania y Corea en 2019.

En la madera aserrada, China fue el consumidor más grande junto a EE.UU., tanto en 2014, como en el año 2019. Ambos países también fueron los principales consumidores en ambos periodos (ver tabla 9).

Tabla 9. Productores y consumidores de madera aserrada. APEC

Porcentaje del consumo/producto mundial		
Año	Productores	Consumidores
2014	EE.UU. (17%); China (16%) Canadá (10%); Federación de Rusia (8%)	China (22%); EE.UU. (21%); Japón (4%); Canadá (4%); Federación de Rusia (3%)
2019	China (18%); EE.UU. (17%); Federación de Rusia (9%); Canadá (9%);	China (27%); EE.UU. (21%); Canadá (3%); Japón (3%)

Fuente: Elaboración propia con base en estadísticas forestales de la FAO (2022)

Respecto a la pulpa de papel, EE.UU., China y Canadá fueron grandes productores en 2014; para el 2019 Canadá fue sustituido por Japón. En cuanto al consumo, se mantuvieron EE.UU., China y Japón como los principales compradores (ver tabla 10).

Tabla 10. Productores y consumidores de pulpa de papel. APEC

Porcentaje del consumo/producto mundial		
Año	Productores	Consumidores
2014	EE.UU. (26 %); China (10%); Canadá (9 %); Japón (5 %); Federación de Rusia (4%)Indonesia (4%); Chile (3%).	EE.UU. (25%); China (19 %); Japón (6 %); Canadá (5%); Federación de Rusia (3%)
2019	EE.UU. (26%); China (10%); Canadá (8%); Japón (4%); Federación de Rusia (4%); Indonesia (4%); Chile (3%)	EE.UU. (26%); China (22%); Japón (5%); Canadá (4%) Federación de Rusia (3%)

Fuente: Elaboración propia con base en estadísticas forestales de la FAO (2022)

Los tableros de madera fueron liderados por China, EE.UU. y Rusia, tanto como compradores y consumidores en 2014, manteniéndose en esa posición para 2019

como productores, pues Rusia fue sustituido por India como comprador en 2019 (ver tabla 11).

Tabla 11. Productores y consumidores de tableros de madera. APEC

Porcentaje del consumo/producto mundial		
Año	Productores	Consumidores
2014	China (49%); EE.UU. (9%); Federación de Rusia (3%); Canadá (3%)	China (47%); EE.UU. (11%); Federación de Rusia (3%); Japón (3%)
2019	China (40%); EE.UU. (10%); Federación de Rusia (5%); Canadá (3%)	China (37%); EE.UU. (13%); Federación de Rusia (3%)

Fuente: Elaboración propia con base en estadísticas forestales de la FAO (2022)

El papel y cartón encabezado por China, EE.UU. y Japón en 2014 como principales consumidores y productores. Para 2019 se presentan las mismas posiciones (ver tabla 12).

Tabla 12. Productores y consumidores de papel y cartón. APEC

Porcentaje del consumo/producto mundial		
Año	Productores	Consumidores
2014	China (27%); EE.UU. (18%); Japón (7%); Corea (3%); Canadá (3%); Indonesia (3%).	China (27%); EE.UU. (18%); Japón (7%)
2019	China (27%); EE.UU. (17%); Japón (6%); Indonesia (3%); Corea (3%)	China (27%); EE.UU. (17%); Japón (6%)

Fuente: Elaboración propia con base en estadísticas forestales de la FAO (2022)

1.2.2. La industria de la madera en México

México concentra una superficie que corresponde a aproximadamente al 1.7 por ciento del total de bosques. Para la FAO, una unidad forestal es aquella que tiene a menos el 10 por ciento de su superficie cubierta por copas de árboles (FAO, 2015).

En el caso de México, el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (DOF, 2018) señala que la vegetación forestal de bosques y selvas es aquella en la que predominan especies leñosas que se desarrollan de forma natural, con una cobertura de copa mayor al 10 por ciento de la superficie que ocupa y siempre que formen masas mayores a 1500 metros cuadrados. A partir de esta definición el Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFYS) (1994) estima que la superficie forestal de México, integrada por los bosques, selvas, y otras áreas arboladas, es de cerca de 142 millones de ha; ellas corresponden al 70.5 por ciento de la superficie nacional (CONAFOR, 2018).

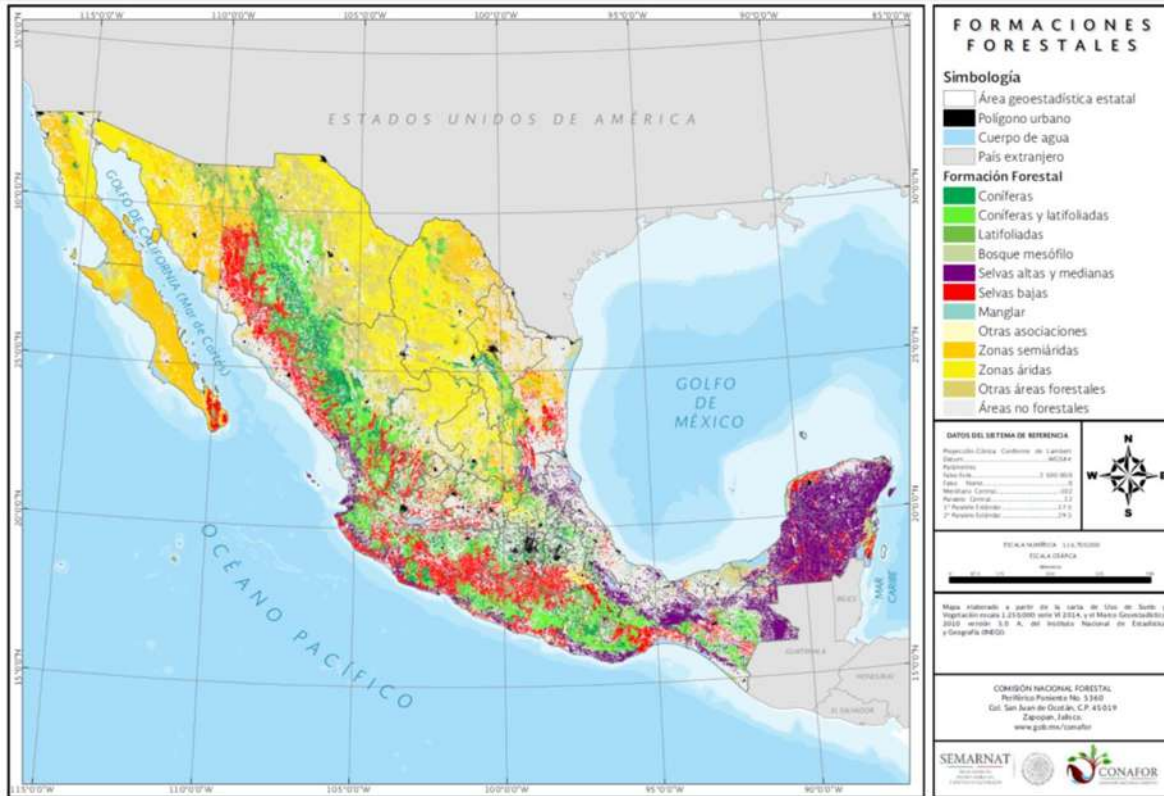
En cuanto a la reducción de la superficie forestal el INFYS (2000), indica una deforestación anual de aproximadamente 1.2 millones de hectáreas, con respecto al Inventario Forestal (BID, 2002).

Los bosques mesófilos⁵ abarcan más de 1.7 millones de ha, los manglares ocupan una superficie de 887 mil ha y la vegetación comprendida en la categoría de otras asociaciones (palmares, sabana, selva de galería⁶, entre otros) es de 575 mil ha de la superficie forestal del país (CONAFOR- SIREM, 2017) (véase figura 1).

⁵ El bosque mesófilo de México es un tipo de vegetación heterogéneo desde el punto de vista fisonómico y de su composición florística; es una formación esencialmente montaña y templada, en lo que se refiere a los límites climáticos entre los cuales se desarrolla y las afinidades biogeográficas de los árboles que dominan su techo (Ressl & Lara Morales, 2008).

⁶ Son agrupaciones arbóreas muy heterogéneas, de 4 a 40 m de altura, puede incluir numerosas trepadoras y epífitas o carecer por completo de ellas. A veces puede ser denso, pero a menudo está constituido por árboles muy esparcidos e irregularmente distribuidos (Ressl & Lara Morales, 2008).

Figura 1. Distribución de las Formaciones Forestales en México



Fuente: CONAFOR, 2018.

La extensión de estas formaciones vegetales, constituyen ecosistemas sumamente importantes desde para su propia biodiversidad; así mismo, México se ubica en el cuarto lugar entre los 17 países denominados megadiversos, que conjuntamente albergan cerca del 70% de la biodiversidad total del planeta (CONAFOR- SIREM, 2017).

De acuerdo con el BID (2002) la superficie de tierras con vocación forestal (TVF⁷) en México es de 142 millones de ha (72 por ciento de la superficie nacional continental).

⁷ TVF: Tierras de vocación forestal son aquellas tierras que debieran estar bajo alguna forma de uso forestal. Generalmente son tierras montañosas sobre las que el uso sustentable de la agricultura y

La superficie de bosques y selvas con potencial comercial es de 22 millones de ha, pero sólo 9 millones cuentan con programas de manejo forestal para aprovechamiento permanente. Esta última superficie equivale a 16 por ciento del total de arbolada (57 millones de ha), y a 41 por ciento del bosque con potencial comercial. Hay aproximadamente 11 millones de ha favorables para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales (BID, 2002).

Resultan relevantes las 7.4 millones de ha incorporadas al manejo forestal que sustentan la producción forestal maderable del país. Dicha producción fue de 6.1 millones de m³r durante 2014, frente a un consumo aparente de 19.3 millones de m³r en ese mismo año, lo cual significa que la producción maderable nacional satisfizo en 2015 el 31.4 por ciento del mercado interno (CONAFOR- SIREM, 2017).

La propiedad de las tierras y aguas dentro del territorio nacional corresponde originariamente a la Nación, que tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a particulares, constituyendo la propiedad privada (BID, 2002).

El *Forest Stewardship Council-Mexico* (2009) señala que la actividad productiva forestal en México se encuentra determinada por los derechos de los pueblos indígenas, quienes tienen la facultad de organizar y tomar las decisiones concernientes al tipo de aprovechamiento y facultades de cada agente involucrado (FSC, 2009).

la ganadería no es económicamente factible. Las TVF pueden o no tener árboles sobre ellas; así que las tierras degradadas que no tienen árboles pueden ser clasificadas como TVF también (BID, 2002).

Con respecto lo anterior, los indígenas son en México dueños de un alto porcentaje de las tierras forestales, y son ellos mismos los titulares del manejo forestal, de acuerdo con información de FAO (2002) más del 75 por ciento (aproximadamente 95 millones de ha) de la superficie forestal de México, es propiedad de ejidos y comunidades, además reporta que estos ejidos y comunidades están constituidos en alrededor de 8,500 núcleos agrarios y las poblaciones que constituyen estos núcleos agrarios están vinculadas directamente con los recursos forestales para la obtención de sus principales satisfactores.

En contraste, el 15 por ciento de los bosques en México, es propiedad privada que se encuentra en manos de pequeños propietarios forestales, y el 5 por ciento restante son terrenos nacionales (BID, 2002).

De acuerdo con Rojo (2002), en México la actividad primaria del uso de recursos forestales se concentra en las micro y pequeñas empresas con gran proporción de autoempleo, apoyo familiar no pagado y presencia de destajos. Prevalecen bajas retribuciones y pocas prestaciones. El subsector es poco formal en su nivel de contratación y muestra muy bajo nivel de sindicalización. La mano de obra ocupada en actividades forestales tiene bajo nivel de escolaridad y carece de cultura de capacitación.

De acuerdo a la CMAP, la industria de la madera se puede identificar como el subsector III. Industria de la madera y productos de madera; a su vez, las actividades dentro de esta industria, se desagregaban como se presenta en la tabla siguiente (véase tabla 13).

Tabla 13. Clasificación mexicana de actividades y productos, subsector III

3	Industria de la madera y productos de madera.
3311	Fabricación de productos de aserradero y carpintería, considera a aserraderos, triplay, tableros aglutinados y fibracel; excluye muebles.
3312	Fabricación de envases y otros productos de madera y corcho, excluye muebles.
3320	Fabricación y reparación de muebles, principalmente de madera, incluye partes y piezas; colchones, almohadas y cojines; puertas, ventanas, closets y similares; mamparas y persianas; otros productos de madera (palma y corcho); envases de madera; artículos de palma, mimbre, carrizo, etc.; ataúdes; otros productos de madera y corcho.

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2008)

La industria de la madera, de acuerdo con el SCIAN, se integra por las ramas de: aserradero y conservación de la madera, fabricación de laminados y aglutinados de madera y fabricación de otros productos de madera (Trujillo, 2020).

Como parte del SCIAN, sector 31-33 industria manufacturera, se ubica el subsector 3210 correspondiente a la industria de la madera se refiere específicamente a las unidades económicas dedicadas principalmente a la fabricación de diversos bienes hechos de madera en aserraderos integrados; al aserrado (corte) de tablas y tablones a partir de la madera en rollo; a la impregnación y tratamiento de maderas; fabricación de postes y durmientes a partir de madera aserrada; fabricación de laminados; fabricación, a partir de madera aserrada, de productos de madera para la construcción; de productos para embalaje y envases de madera y de materiales trenzables, excepto palma (véase tabla 14).

Tabla 14. Sector 31-33: Subsector industria de la madera. Sistema de clasificación industrial de América del norte

3210	Industria de la Madera
3211	<i>Aserradero y conservación de la madera.</i>
32111	Aserradero y conservación de la madera.
321111	Aserraderos integrados.
321112	Aserraderos de tablas y tablonés.
321113	Tratamiento de madera y fabricación de postes y durmientes.
3212	<i>Fabricación de laminados y aglutinados de madera.</i>
32121	Fabricación de laminados y Aglutinados de Madera.
321210	Fabricación de laminados y aglutinados de madera.
3219	<i>Fabricación de otros productos de madera.</i>
32191	Fabricación de productos de madera para la construcción.
321910	Fabricación de productos de madera para la construcción.
32192	Fabricación de productos de madera para embalaje y envases de madera.
321920	Fabricación de productos de madera para embalaje y envases de madera.
32199	Fabricación de otros productos de madera y de materiales trenzables, excepto palma.
321991	Fabricación de otros productos de madera y de materiales trenzables, excepto palma.
321992	Fabricación de artículos y utensilios de madera para el hogar.
321993	Fabricación de productos de madera de uso industrial.
321999	Fabricación de otros productos de madera.

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2008).

El subsector industria de la madera incluye también unidades económicas dedicadas principalmente a la fabricación de laminados de madera recubiertos con diversos materiales; al procesamiento de corcho y productos de corcho, y al recubrimiento de productos de madera, como palos de escoba y mangos para herramientas, con pintura, plástico y otros materiales (INEGI, 2020).

También excluye unidades económicas dedicadas principalmente a la tala de árboles; a la recolección de corcho (113, Aprovechamiento forestal); a la colocación de pisos de madera; a la instalación o realización de trabajos de carpintería en el

lugar de la construcción (238, Trabajos especializados para la construcción); al tejido de productos de fibras duras naturales (313, Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles); a la fabricación de carrocerías de madera (336, Fabricación de equipo de transporte); de muebles de madera y de materiales trenzables (337, Fabricación de muebles, colchones y persianas); de muletas, artículos deportivos, juguetes y marcos de madera para fotografías, pinturas y espejos (339, Otras industrias manufactureras), y al comercio al por mayor especializado de madera aserrada para la construcción y la industria (434, Comercio al por mayor de materias primas agropecuarias y forestales, para la industria, y materiales de desecho) (INEGI, 2020).

Por otra parte, también existe la clasificación del Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías (SA), que ha servido de base para aplicación de aranceles aduanales y la recopilación de estadísticas sobre el comercio internacional, actualmente es usado por más de 200 países y Uniones Aduaneras, lo cual representa más del 98 por ciento de las transacciones internacionales (OMC, 2020).

Son veintiún (xxi) secciones las que integran el SA y éstas se dividen en 97 capítulos, cada uno de ellos conteniendo distintos tipos de productos, ésta clasificación se presenta detalladamente en la tabla siguiente (véase tabla 15).

Tabla 15. Sistema armonizado de designación y codificación de mercancías (SA)

Sección	Capítulos	Productos
I	1 a 5	Animales vivos y productos del reino animal.
II	6 a 14	Productos del reino vegetal.
III	15	Grasas y aceites animales y vegetales.
IV	16 a 24	Productos de las industrias alimentarias, bebidas y líquidos alcohólicos, tabaco.
V	25 a 27	Productos minerales.
VI	28 a 38	Productos de las industrias químicas.
VII	39 y 40	Plástico y caucho.
VIII	41 a 43	Cueros y artículos de viaje.
IX	44 a 46	Madera, carbón vegetal, corcho.
X	47 a 49	Pasta de madera, papel y cartón.
XI	50 a 63	Materias textiles y sus manufacturas.
XII	64 a 67	Calzado, paraguas, flores artificiales.
XII	68 a 70	Piedra, cemento, productos cerámicos, vidrio.
XIV	71	Perlas finas, metales preciosos.
XV	72 a 83	Metales comunes.
XVI	84 y 85	Máquinas eléctricas.
XVII	86 a 89	Material de transporte.
XVIII	90 a 92	Instrumentos de óptica, aparatos de relojería, instrumentos musicales.
XIX	93	Armas y municiones.
XX	94 a 96	Muebles, juguetes, manufacturas diversas.
XXI	97	Objetos de arte, antigüedades.

Fuente: Elaboración propia con base en OMC (2020).

En cuanto al Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías (SA), la industria de la madera se ubica como parte de la sección IX, en los capítulos 44 a 46, correspondientes a los productos de madera, carbón vegetal y corcho (véase tabla 16).

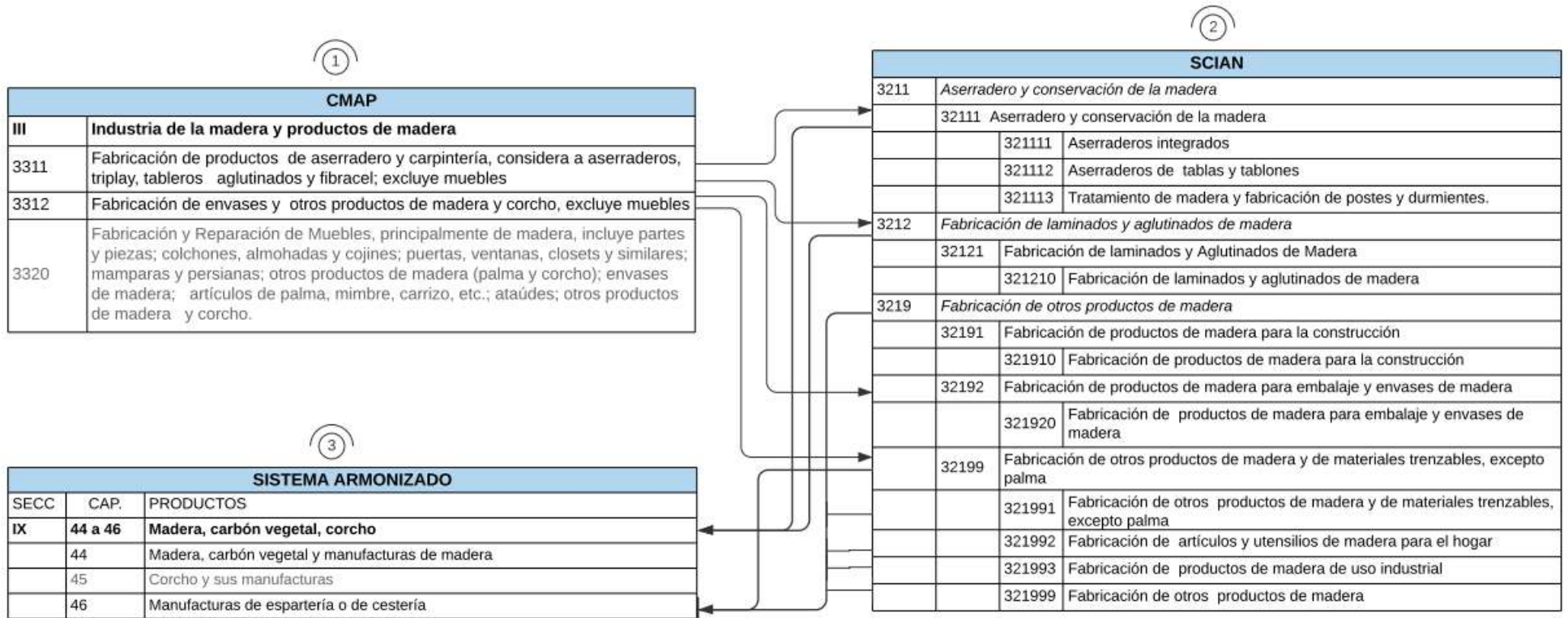
Tabla 16. Clasificación de productos de madera, carbón vegetal y corcho (SA)

Sección	Capítulos	Productos
IX	44 a 46	Madera, carbón vegetal, corcho.
	44	Madera, carbón vegetal y manufacturas de madera.
	45	Corcho y sus manufacturas.
	46	Manufacturas de espartería o de cestería.

Fuente: Elaboración propia con base en OMC (2020).

Los capítulos 44 y 46 de la sección IX del SA corresponden con la clasificación de SCIAN y son los que se utilizarán en la presente investigación cuando nos refiramos a la “industria de la madera” (véase figura 2).

Figura 2. Homologación de productos de la industria de la madera. CMAP, SCIAN y SA



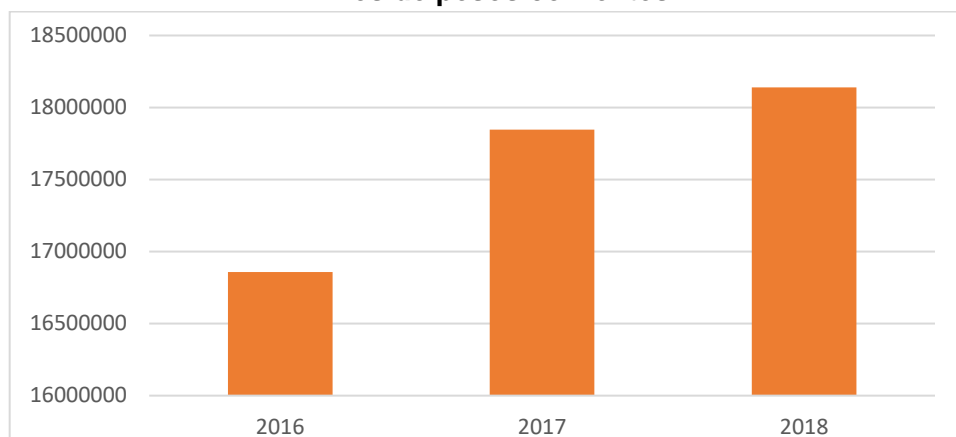
Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2008), OMC (2020).

Esta industria a la que se hace referencia en México históricamente se ha concentrado en las regiones donde se localizan los bosques de coníferas, particularmente en Durango, Chihuahua, Michoacán, Oaxaca, Estado de México y Jalisco (Velázquez *et al.*, 2007).

En relación con lo anteriormente señalado, la producción del valor agregado bruto (VAB) se concentra en los estados de Chihuahua, Durango y Michoacán; estos tres estados produjeron el 65.2 por ciento del valor agregado (VA) total para dicha industria en el año 2016. Chihuahua, además de generar la porción más elevada de VA, también se debe notar el crecimiento industrial en este sector con un 8.1 por ciento promedio anual entre 2009 y 2016 (CONAFOR-SIREM, 2017). En contraste, Durango y Michoacán presentaron tasas de crecimiento menores para el mismo periodo, de 0.7 por ciento y 0.2 por ciento respectivamente (CONAFOR-SIREM, 2017).

De la producción total manufacturera en México, la representatividad de la industria maderera se presenta de manera creciente desde 2016, año en el cual se registró una producción bruta total de 16, 858, 780 miles de pesos mexicanos, con un aumento a 17, 847, 295 miles de pesos mexicanos en 2017 y a 18, 138, 813 miles de pesos mexicanos en 2018. Estos datos representan un 7.6 por ciento para 2018 por encima de lo reportado en 2016 (véase gráfica 28).

**Gráfica 28. México, producción bruta total de la industria de la madera.
Miles de pesos corrientes**



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2020).

De acuerdo con reportes publicados por la OCDE (2022) y por UNIDO (2022) adicionalmente en la industria de la madera se ha observado una inestabilidad en que respecta al empleo para México, pues entre 1990 a 2004 la tasa de empleo en esta industria se redujo, aumentando nuevamente hacia el 2019 (véase tabla 17).

Tabla 17. Actividad económica en la industria de la madera mexicana

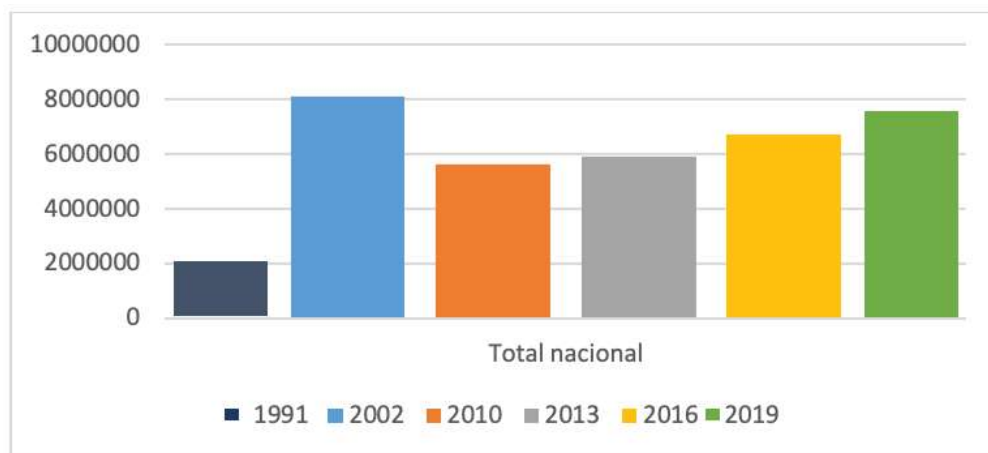
Año	Ocupación (miles de personas)	Valor agregado (millones de USD)
1990	14.9	53.4
1999	12.4	140.2
2004	11.5	183.4
2009	16.7	196.3
2014	14.6	223.1
2019	17.2	285.8

Fuente: Elaboración propia con base en STAN-OCDE y UNIDO (2022).

Se destaca que el VA registrado en la industria maderera mexicana, tuvo un aumento constante hasta el último año disponible en las bases de datos oficiales (UNIDO, 2022).

Destaca de manera importante, a pesar del aumento de producción bruta, expresada en términos de sus valores monetarios, una reducción en los volúmenes de producción⁸ en el ámbito nacional desde el 1991, periodo en el que se registró una producción de 115.91 miles de m³ y para el periodo de 2019 este volumen fue de 798.98 miles de m³, sin lograr los volúmenes de 2002 (véase gráfica 29).

Gráfica 29. Volúmenes de producción de la industria de la madera mexicana. Metros cúbicos



Fuente: Elaboración propia con base en SEMARNAT (2016).

Con referencia a los datos de la SEMARNAT (2016), se observó una pérdida en la producción por un total de 1,409,287 m³r entre 2002 y 2016; la producción en 2002 fue de 8,124,571 m³r, para pasar a 6,715,284 m³r en 2016.

Para el caso de México, la producción bruta total desagregada por actividad en los mismos años, la fabricación de laminados y aglutinados de madera ha representado una actividad importante con una producción de 5,658,330 miles de pesos

⁸ El volumen total se define como la cantidad de madera estimada en metros cúbicos a partir del tocón hasta el ápice del árbol. El volumen comercial no incluye las ramas, partes afectadas del individuo y segmentos delgados del fuste y se mide en metros cúbicos rollo (m³r).

mexicanos en 2018 y de 5,479,048 miles de pesos mexicanos en 2016 (véase gráfica 30).

Gráfica 30. México, producción bruta total por actividad de la industria de la madera.
Miles de Pesos



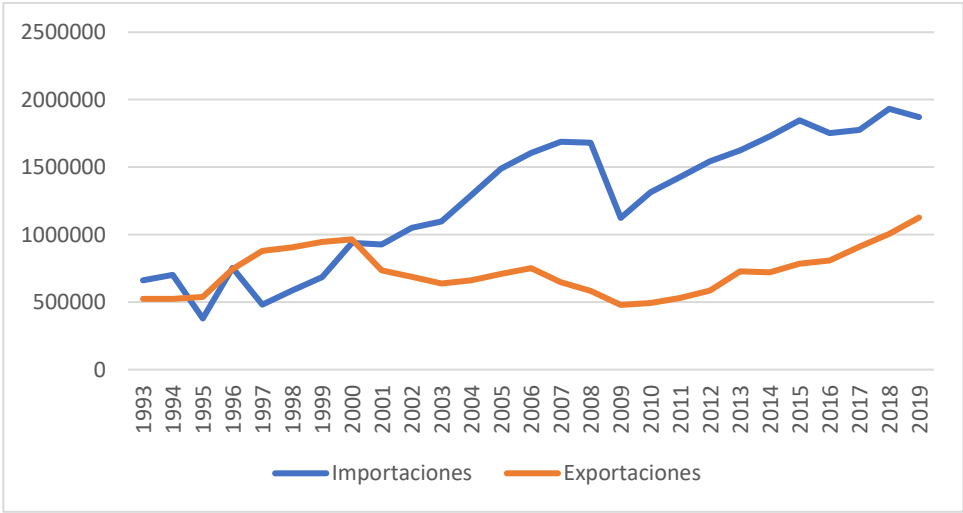
Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2020).

En siguiente lugar se encontró la fabricación de productos de embalaje y envases de madera con valores de 4,975,767 y 4,683,554 miles de pesos mexicanos para 2018 y 2016 respectivamente; luego le siguió la fabricación de madera para la construcción con una producción de 4, 321, 627 y 3, 731,282 miles de pesos mexicanos para 2018 y 2016 respectivamente.

De manera menos representativa se hallan otras actividades como el aserrado de tablas y tablones, la fabricación de productos de madera de uso industrial, tratamiento de la madera y fabricación de postes y durmientes y aserraderos integrados (INEGI, 2020).

Respecto a la comercialización de los productos de madera mexicana es a partir del año 2000 que se manifestó una marcada diferencia entre las exportaciones y las importaciones, siendo éstas últimas, superiores con algunas variaciones importantes, pero al alza. Las exportaciones en esta industria disminuyeron desde el año 2000 hasta el 2012 para comenzar a repuntar levemente ya en 2013 y hasta 2019 aunque sin superar el volumen de las importaciones (véase gráfica 31).

Gráfica 31. Comercio de madera, artículos de madera y carbón vegetal, de México con el resto del mundo.
Miles de dólares



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2020).

En 1990, en 2000 y en 2018 de la misma manera que las exportaciones, así las importaciones tuvieron como objetivo principalmente el mercado de EE.UU., economía con el cual se comercializa en mayor medida; sin embargo, cabe señalar que el más lo que se importa desde este mercado que lo que se exporta hacia este mercado (ver tablas 18 y 19).

Tabla 18. México, principales mercados de exportación de madera, artículos de madera y carbón vegetal.
Millones de dólares

1990		2000		2018	
Estados Unidos	132.8	Estados Unidos	526.6	Estados Unidos	454
Alemania	1.9	Guatemala	2.7	China	9.6
España	1.3	Cuba	1.2	Canadá	7.6
Japón	.904	Alemania	.893	Colombia	2.7
Filipinas	.627	El Salvador	.890	Costa Rica	2

Fuente: Elaboración propia con base en ONU (2020).

El principal socio comercial de México, ha sido principalmente EE.UU., y es el principal comprador de productos provenientes de la industria de la madera mexicana. Hasta el año 2000 China no era uno de los mercados de exportación principales para México, pero en 2018 se ubicó como el segundo más importante, sólo después de EE.UU., el flujo de comercio se volvió creciente, se importaron 169.4 millones de USD, mientras que se exportaron únicamente 9.6 millones de USD en 2018. En el caso de Canadá se exportaron 7.6 millones de USD, y se importaron 67.5 millones de USD, en 2018.

Tabla 19. México, principales mercados de importación de madera, artículos de madera y carbón vegetal
Millones de dólares

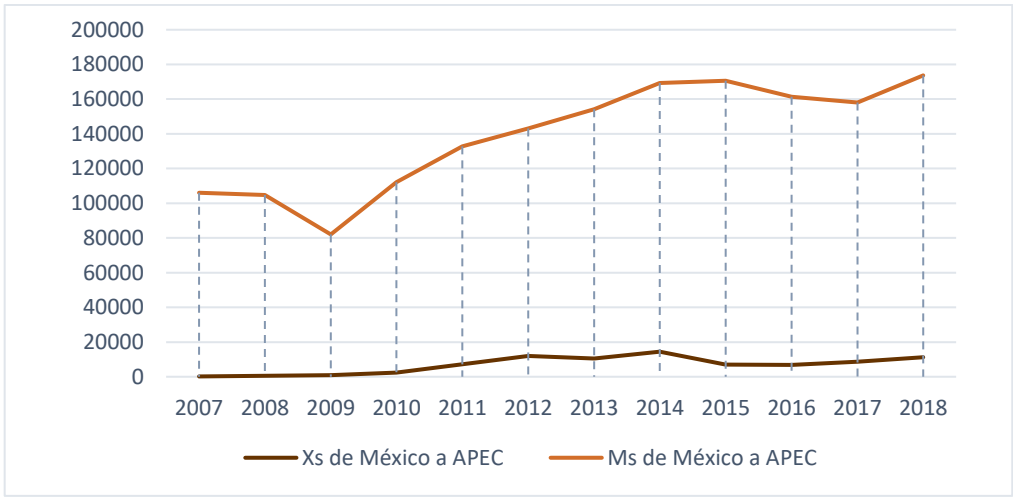
1990		2000		2018	
Estados Unidos	160.6	Estados Unidos	566.8	Estados Unidos	718
Guatemala	4.3	Indonesia	65	Brasil	268
Bolivia	3.9	Chile	54.9	Chile	204.1
Brasil	1.7	Canadá	29.4	China	169.4
Belice	1.4	Brasil	27	Canadá	67.5

Fuente: Elaboración propia con base en ONU (2020).

De acuerdo con el ITC (2019) el intercambio comercial de México, con las economías del APEC, ha tenido un marcado comportamiento de aumento de sus importaciones

madereras, en una proporción que supera el monto de sus exportaciones. Para 2008 se registró un saldo de la balanza comercial de madera y sus manufacturas negativo de 104,232 millones de USD de México frente a las economías del APEC. En 2014, este comportamiento continuó acentuándose a la baja con un saldo negativo de 154,810 millones de USD y aumentando este saldo negativo a 162,389 millones de USD para el año 2018 (ITC, 2019) (véase gráfica 32).

Gráfica 32. Comercio de madera y sus manufacturas, México-APEC, 2007-2018
Millones de dólares



Fuente: Elaboración propia con base en ITC (2019)

CAPÍTULO 2. LA PRODUCTIVIDAD. CONTRIBUCIONES TEÓRICAS

En el presente capítulo se presentan los enfoques teóricos relevantes sobre el tema de la productividad. En los apartados primero y segundo se describe la productividad desde la perspectiva económica clásica y neoclásica, posteriormente, en el apartado tres, se hace referencia a los aportes de Schumpeter, seguido de la perspectiva de las Nuevas Teorías del Comercio Internacional en un cuarto apartado y de la Nueva Economía Institucionalista en el quinto. En el sexto apartado de este capítulo se dedica a los enfoques teóricos que relacionan la productividad con la degradación ambiental y, para finalizar este capítulo se presenta un resumen crítico de las posturas antes señaladas.

Las reflexiones sobre la productividad como elemento explicativo del comportamiento de las economías en el largo plazo, han tenido lugar desde diversas épocas y enfoques. De manera simple, la productividad es la utilización eficiente de los recursos para producir bienes y/o servicios; en términos cuantitativos, es la razón entre la cantidad producida y los insumos utilizados (Sumanth, 1990).

Los términos producción y productividad son relacionados frecuentemente, resulta entonces necesario distinguir entre los mismos, la producción se refiere a la actividad de producir bienes y/o servicios, es decir la cantidad de productos que se fabricaron (Sumanth, 1990).

Vista de manera estructural, la economía es un sistema en el cual se produce empleando un conjunto de bienes, combinados con algunos insumos o factores que, de acuerdo con cierta tecnología, determina las proporciones entre los diversos tipos de insumos (Leontief W. W., 1937).

Lo anterior implica que la mayor producción debe ser atribuible a los medios de producción utilizados, por ello es importante destacar que los factores de la producción son todos aquellos recursos que se emplean en los procesos de elaboración de bienes y en la prestación de servicios, se consideran tres grandes: tierra, trabajo y capital (Smith, trad .en 1994).

A su vez, esta forma de ver la productividad contempla, además las productividades multifactorial y del trabajo, que toma en cuenta la eficacia en la utilización de recursos, al comparar el crecimiento del producto con el crecimiento de todos los insumos que intervienen en la producción; mientras que con la productividad del

trabajo se compara el producto sólo con el trabajo empleado. Si se consideran todos los insumos, podría hablarse de una productividad total de los factores, y es precisamente en la función de producción donde se determina la cantidad máxima de producto (Q) que puede obtenerse con una cantidad dada de factores (Samuelson & Nordhaus, 2009).

Es importante señalar que no existe un concepto de productividad universalmente aceptado, también existen diferentes enfoques para determinar las causas de la productividad. En la siguiente revisión teórica se presentan las contribuciones al concepto desde las diferentes perspectivas económicas.

2.1. LA PRODUCTIVIDAD EN LA ECONOMÍA CLÁSICA

Las teorías clásicas del comercio con referencia a los flujos internacionales nacieron con el comienzo de la Revolución Industrial del siglo XVIII y su consecuente aumento en los niveles de producto generado y del comercio necesario. Los economistas clásicos concebían al capital como un factor de producción distinto de trabajo, pero paralelo, entendido como un anticipo a la producción (Smith, trad .en 1994).

Desde la perspectiva de Adam Smith (1723-1790) la riqueza para cualquier sociedad, es decir, el conjunto de bienes o valores de uso que satisfacen sus necesidades y deseos, tiene su origen en la producción y señala que si “exceptuamos la producción espontánea de la tierra, el conjunto del producto anual es consecuencia del trabajo productivo” (Smith, trad .en 1994).

La influencia de Adam Smith deriva de una sola de sus obras: *An Inquiri into the Nature and Causes of the Wealth of Nations* publicada en 1776. En este trabajo Smith expuso ideas sobre la organización del trabajo, su división, el concepto de valor económico, los precios, la distribución de la riqueza, el capital, entre otros. Su aportación respecto al bienestar de la sociedad se centra en el producto *per cápita* y sus determinantes, donde destaca particularmente el papel del empleo del trabajo productivo y la productividad del trabajo (Smith, trad .en 1994).

Es importante la distinción hecha por Smith (trad. en 1980) respecto a la noción del trabajo productivo respecto al trabajo improductivo, pues dice que hay una única especie de trabajo que añade valor a la materia la cual se incorpora, hay otra que no tiene efecto; el primero en cuanto producto valor puede ser llamado trabajo productivo. Así pues, el producto anual de cualquier país, sólo puede aumentar a través del aumento del número de sus trabajadores productivos o a través del aumento de la capacidad productiva de aquellos que ya estaban empleados con anterioridad (Smith, trad .en 1994).

Es así que el mayor empleo productivo puede explicarse por el ritmo de proceso de acumulación pues la cantidad de trabajadores productivos no podrá incrementarse sino como consecuencia del aumento del capital o de los fondos destinados a su mantenimiento y en consecuencia, aumentará o reducirá la cantidad real de industria (Smith, trad. en 1994).

En relación con el crecimiento del producto social, Smith destaca el papel importante que juega la división del trabajo al señalar que éste “parece depender mucho más

de la aptitud, destreza y el juicio con que normalmente se ejecuta el trabajo, que de la proporción entre los que están dedicados al trabajo productivo y aquellos que no lo están”. Con ello se abre espacio para la existencia de renovaciones estructurales y organizativos dentro del sector industrial, así como el desarrollo de las economías enfocadas en la especialización el aprendizaje y el avance tecnológico, aspectos que finalmente distinguen a las economías (Smith, trad .en 1994).

Para Smith la expansión del mercado conduce a la extensión de la división del trabajo, a una mayor subdivisión y especialización industrial y por tanto, se podría pensar en una mayor productividad derivada del progreso técnico, así “el cambio se hace progresivo y se propaga a sí mismo de forma acumulativa” (Smith, trad .en 1994).

A partir de lo anterior, Smith aportó una primera explicación basada en la Teoría clásica de la Ventaja Absoluta (VA), según la cual cada país se especializa en aquellas mercancías para las que tenga una ventaja absoluta. Este autor insiste en reconocer, en primer lugar, la existencia de una ventaja, lo cual implica la consideración de un carácter comparativo entre países y “que sean naturales o adquiridas las ventajas que un país tenga sobre otro, no tiene importancia. Pero “desde el momento en que una nación posee tales ventajas y la otra carece de ellas, siempre será más ventajoso para ésta comprar en aquélla que producir por su cuenta” (Smith, trad. en 1994).

La VA desde esta perspectiva precisa que tener costes de producción más altos, ocasiona una desventaja tanto absoluta como relativa: la desventaja es absoluta

porque el país que la experimenta "forzosamente comprará y venderá más caro, comprará menos y venderá menos, gozará de menos satisfacciones y producirá menos de lo que en caso contrario produciría"; pero es al mismo tiempo relativa porque ésta desventaja del país en cuestión "hace mayor la superioridad de los extraños, o menor su inferioridad, que la que sería en otro caso" (Smith, trad. en 1994).

Por tanto, la VA vendría determinada conjuntamente por la productividad y el precio de los factores productivos, el cual puede ser determinado por los salarios. Los costos laborales unitarios (CLU) entonces estarán conformados de la siguiente manera:

$$\text{CLU} = \frac{\text{Salario}}{\text{Productividad}} = \frac{w}{\pi} = \frac{w/L}{Q/L} \quad (2.1)$$

A partir de lo anterior se rescata que las diferencias de productividad se convierten de manera automática en diferencias de costes, así pues, la mayor productividad va unida al disfrute de una ventaja absoluta que es el menor coste unitario. Finalmente, bajo esta perspectiva, se destaca que los elementos fundamentales en torno a la productividad resultan del crecimiento de mercado y del capital, así como de las economías de la especialización productiva y el conocimiento que se adquiere por medio de la práctica; el pensamiento de Smith (trad. en 1994) hace énfasis en el crecimiento económico como un aspecto endógeno a la acumulación y crecimiento del sistema, que se obtiene por la innovación a nivel industrial.

Es hasta 1817, con David Ricardo (1772-1823) donde se integra una teoría del valor y de la distribución. Si bien este autor no trata a la producción de manera sistémica,

reconoce, al igual que lo hizo Smith, la existencia de tres factores: trabajo, tierra y capital y varias partes de su obra involucran el análisis de la combinación de los mismos sobre la evolución de la economía. Por un lado, al concebir la riqueza como aquello que puede producirse en un periodo determinado, asume que ésta puede medirse a través del producto, mismo que depende de la dotación de factores y del modo de combinarlos (Ricardo, trad. en 1959).

Las reflexiones de Ricardo se desarrollan en su obra *Principles of Political Economy and Taxation* de 1817, donde presenta al factor trabajo como base de todo valor y de la cantidad relativa de trabajo como determinante casi exclusivo del valor de los bienes, sin dejar pasar por alto las distintas calidades o intensidad del trabajo. Ricardo señaló que las distintas calidades de trabajo y su remuneración dependen de la intensidad de trabajo realizado, haciendo de este modo, una comparación de las variaciones en el valor relativo de los bienes (Ricardo, trad. en 1959: 16).

Para Ricardo, el valor de una mercancía no solo resulta afectado por la mano de obra y su trabajo que se le aplica de inmediato, sino también por el trabajo que se empleó en los instrumentos, herramientas y edificios con que se complementa el trabajo inmediato (Ricardo, trad. en 1959: 17); argumentó, contrario a Smith quien defendía que éste valor dependía más de la mayor o menor compensación que se paga por el trabajo.

En relación con la apropiación del factor tierra, expone la creación consecuente de la renta como aquella parte del producto de la tierra que se paga al terrateniente por el uso de las energías originarias e indestructibles del suelo (Ricardo, trad. en 1959:

51). Hace una diferencia de la riqueza con respecto a la renta al señalar que el aumento de la renta es un síntoma de la riqueza creciente de un país; la riqueza aumenta más rápidamente cuando las producciones pueden multiplicarse sin ningún incremento en la cantidad proporcional del trabajo (productividad del trabajo) y, donde, por consiguiente, el progreso de la renta es lento (Ricardo, trad. en 1959: 58).

Los salarios se encuentran básicamente establecidos por el nivel de subsistencia y se determinan por medio de la razón entre la población creciente y la cantidad de capital circulante destinada a la anticipación de los salarios (Ricardo, trad. en 1959). Determinados de este modo los salarios y la renta de la tierra, los beneficios surgen entonces como un elemento residual, resultado de la diferencia entre el producto marginal de trabajo y la tasa de los salarios (Ricardo, trad. en 1959).

La teoría integrada del valor, de los beneficios, salarios y de las rentas, presentada por Ricardo con una demostración matemática mayor en la que fue enunciada la teoría del comercio internacional, indica que el factor productivo determinante del valor de las mercancías es, directa o indirectamente, el trabajo (Ricardo, 1959).

Ricardo reconoce así mismo la existencia de las ventajas o desventajas entre países, a nivel internacional la teoría del valor trabajo implica que los precios relativos de los bienes difieren entre países porque los costos relativos del trabajo difieren entre ellos, para Ricardo la causa de esta diferencia se explica porque a escala internacional la misma ley que regula el valor relativo de las mercancías en

un país, no regula en valor relativo de las mercancías cambiadas entre dos más países (Ricardo, trad. en 1959).

Es de señalarse que para Ricardo, los beneficios dependían totalmente de los salarios, en el sentido de constituir la diferencia entre el valor de los salarios pagados al trabajo y el valor del producto del trabajo; partiendo de esta idea general, surge el análisis de John Stuart Mill (1806-1873), traduciendo este concepto a la idea de que los beneficios dependen del “costo de producción de los salarios” (Mill, 1951).

Continuando con los trabajos de Ricardo, J. S. Mill, desde su obra *Principios de Economía Política*, publicada en 1848, presentó las ideas económicas desde una perspectiva aplicada, ocupándose de los principios de la naturaleza de la riqueza y las leyes de su producción y distribución. Mill señaló que la producción es posible apuntando dos requisitos para la producción: el trabajo y los objetos naturales apropiados (materia prima) (Mill, 1951).

Señaló, además que sólo el trabajo productivo, entendido como factor de producción, produce utilidades incorporadas a los objetos materiales y esto es lo que produce riqueza y acumulación en una sociedad. Siguiendo a Ricardo, “define el valor económico como un producto del trabajo, medido por el tiempo empleado en este, reconociendo así que el trabajo humano valoriza los objetos, y ese valor es traspasado a lo largo de la producción (Mill, 1951).

Para Mill (1951) el capital es sinónimo de riqueza y es el resultado del ahorro, “el ahorro enriquece a la comunidad al mismo tiempo que a los individuos, mientras

que el gasto los empobrece”. Distingue entre capital fijo y capital circulante que se destruye como tal; todo aumento del capital fijo a expensas del circulante perjudica los intereses de los trabajadores. Habla así mismo de las causas de la productividad de los agentes productivos, entre ellas las ventajas naturales, la habilidad y los conocimientos y la seguridad en el trabajo.

En cuanto a las ganancias del capital defendía que la causa de esa ganancia es que el trabajo produce más de los precios para su subsistencia y esto depende de dos factores: de la cantidad de trabajo y su productividad y por otro lado de la proporción entre la remuneración del trabajador con la cantidad de producto que produce (Mill, 1951).

Finalmente, Mill habló del concepto de valor distinguiendo entre valor en uso medido por la utilidad de los bienes y el valor en cambio medido por la capacidad de compra (Mill, 1951).

2.2. LA PRODUCTIVIDAD EN LA ECONOMÍA NEOCLÁSICA

A finales del siglo XIX, comenzó a tener relevancia lo que posteriormente se conocería como la escuela neoclásica, de la cual surgieron aportes fundamentales al concepto de productividad. Hasta los análisis clásicos se suponía la existencia de un solo factor productivo: el trabajo, sin embargo, en la noción neoclásica se actualizó el análisis ricardiano, incorporando al capital como un factor productivo básico y donde está la idea de que los medios de producción son igualmente productivos que el trabajo. A partir de ello buscaron comparar el producto con los insumos, cuando sólo se compara el producto con el trabajo empleado se trata de

la productividad del trabajo y cuando se consideran casi todos los insumos, se trata de productividad multifactorial (Baumol, *et al.*, 1989).

En este siglo se da un interés sobre las formas en las que se puede medir la productividad, así como sobre el papel de la misma en el crecimiento y el desarrollo económicos y se generaron dos etapas a saber: la primera de ellas comprende la revisión del concepto teórico y sus factores determinantes y la segunda, el desarrollo de métodos de medición.

En base a las teorías de Mill y Ricardo y complementándolas con las aportaciones marginalistas, Alfred Marshall (1842-1924) publicó en 1892 *Elements of Economics of Industry*, siendo el primer volumen de *Elements of Economics*, obra en la cual realizó un análisis de los agentes de la producción, los cuales están constituidos por las fuerzas de la naturaleza, la fuerza humana y el capital.

Respecto al proceso de producción señaló que éste es un proceso de creación en el cual la fuerza del hombre interviene para controlar las fuerzas naturales, por tanto, la producción de la riqueza de una nación dependerá directamente de la relación de la interacción que prevalece entre las dos fuerzas señaladas (Marshall, 1892).

En relación con el papel del capital, Marshall (1892) señaló que éste se encuentra materializado dentro de la industria a través de la infraestructura física y además como un medio de pago a los trabajadores, de esta manera se emplea productivamente. Su análisis respecto a la productividad se presenta de manera parcial en relación con el factor trabajo, indicando que la eficiencia en la producción del individuo dependerá de la fuerza física y energía del hombre en primer lugar; de

sus conocimientos y habilidades en segundo lugar, y finalmente de su carácter moral, fundamental en la producción de riqueza.

Adicional a los factores de la producción tradicionalmente considerados, a saber, tierra, trabajo y capital, Marshall (1890) destaca el tema de la organización como un factor implicado en el proceso de producción, e igualmente importante que los anteriores.

En 1919 Eli Heckscher (1879-1952), tuvo una influencia importante al introducir el principio de la proporción (distinta proporción de los factores productivos para bienes distintos en los países que comercian) y al concentrarse en que la diferencia en la dotación de factores como capital, trabajo en diferentes habilidades y tierra, causan diferencias en la productividad. En su ensayo *The Effects of Foreign Trade on the Distribution of Income* en 1919, explicó las corrientes comerciales a partir de la escasez o abundancia relativas de los factores de la producción (Heckscher, 1919).

Este principio fue continuado y reformulado por su discípulo Bertil Ohlin (1899-1979) en su obra *Interregional and International Trade*, publicada en 1933. El análisis detallado de los factores de producción constituyó un progreso en los análisis teóricos y empíricos de los modelos tradicionales de Heckscher (1919) y Ohlin (1933). Es entonces que, a partir de esta nueva explicación complementaria a la teoría de la ventaja comparativa, se da lugar a la teoría tradicional neoclásica del comercio: la teoría de las proporciones factoriales o el modelo Heckscher-Ohlin (H-O).

De acuerdo con Salvatore (2013) la teoría H-O usualmente se presenta en forma de dos teoremas, el teorema H-O que trata y predice el patrón de comercio y el de Hecksher-Ohlin-Samuelson (H-O-S) o también conocido como igualación en los precios de los factores⁹, que considera las consecuencias del comercio internacional para establecer los precios de los factores.

Según el teorema H-O generalmente los factores abundantes son relativamente baratos y los factores escasos relativamente caros para cada economía. Aquellas mercancías que en su producción requieren una buena cantidad de los primeros y pequeñas cantidades de los segundos se exportan a cambio de bienes que utilizan factores en la proporción inversa. Así, indirectamente, los factores cuya oferta es abundante se exportan y aquellos otros con oferta más escasa se importan” (Ohlin, 1933).

Existen dos maneras para explicar la abundancia de un factor, una como unidades y que es la proporción del monto total de capital (τ_K) respecto al monto total de trabajo (τ_L) es decir τ_K/τ_L utilizado por cada nación, y la otra en términos del factor relativo de precios donde se considera la relación del precio de renta del capital (P_K) con el precio de la jornada laboral (P_L), es decir P_K/P_L para cada país (Salvatore, 2013).

⁹ P. Samuelson desarrolló de una manera más completa matematizando las ideas de Ohlin en dos artículos: “*International trade and the Equalization of Factor Prices*”. *Economic Journal* 58 (1948) pp. 263-184 e “*International Factor Price Equalization Once Again*”. *Economic Journal* 59 (1949) pp. 181-196.

Para que las conclusiones de la teoría sean válidas es necesario que se cumplan una serie de supuestos restrictivos, a saber:

- a) Se utilizan como factores de producción: trabajo (L) y capital (K), los niveles iniciales de cada factor son fijos en cada país y relativamente diferentes.
- b) La tecnología es idéntica en ambos países, por lo que las funciones de producción son internacionalmente idénticas pero diferentes por cada producto y presentan rendimientos constantes de escala y productos marginales decrecientes para ambos factores.
- c) Dos únicos bienes producidos intensivos en un factor determinado y con intensidades factoriales diferentes, con independencia de los precios para cada factor.
- d) Las preferencias son las mismas en ambos países.

La abundancia relativa de factores puede definirse en términos físicos y económicos. La primera definición se centra en la disponibilidad física (oferta) y la segunda, en el precio relativo de cada factor. Si bien los aportes del Modelo H-O, debido al establecimiento de los supuestos planteados en el mismo, presenta escenarios no observables en práctica, sí proporcionaron ideas útiles en cuanto a la reflexión del impacto que se los precios de los factores tienen para la economía y el comercio internacional (Salvatore, 2013).

Desde una perspectiva neoclásica, los modelos suponen el equilibrio simultáneo en todos los mercados bajo una plena flexibilidad de precios. En los modelos existen familias o consumidores, empresas y mercados. Los consumidores son los

propietarios de los factores productivos y de los activos de la economía. Los consumidores eligen qué proporciones de su renta ahorran o consumen, si van a formar parte de la población activa, y, en tal caso, qué parte de su tiempo dedican a trabajo y a ocio. Las empresas emplean los factores de producción que les ofrecen los consumidores y, por medio de la tecnología existente en ese momento, producen bienes, que se destinarán a la venta para el consumo de las familias o bien de otras empresas (Baumol, *et al.*, 1989).

En un contexto así, se involucra el concepto de función de producción al estudio de la productividad. Ésta función muestra la cantidad de cierto producto que es posible con el empleo de los factores disponibles y sus derivadas muestran la productividad marginal de esos factores (Brown, 1957).

Tratando de aportar una explicación tecnológica a la formación de los salarios y la tasa de beneficios, Charles Cobb y Paul Douglas, mediante su trabajo *A Theory of Production*, publicado en 1928 aportaron elementos sustanciales para la medición de la productividad representando la producción de una empresa o de una economía mediante una función matemática, es decir, relacionar la cantidad de producto final (Q) con las cantidades de trabajo (L) y capital (K) utilizadas. Como muestra la ecuación 3.2. otro de sus objetivos fue el de determinar qué tipo de relaciones existen entre los tres factores: trabajo, capital y producto (Cobb & Douglas, 1928).

$$Q = f(L, K) \tag{2.2}$$

Una de las intenciones de los autores, era establecer una función de producción que permitiera, usando datos reales, corroborar la teoría de la distribución del producto propuesta por la teoría neoclásica, que explica la distribución entre capital y trabajo por el aporte marginal de cada factor (Cobb & Douglas, 1928).

Para ello utilizaron la estructura de índices con los cuales buscaron identificar la naturaleza de las relaciones prevalecientes entre capital, trabajo y producción. En el análisis del factor capital excluyen al capital de trabajo en tanto se dice que éste es solo el resultado, más no la causa del proceso de fabricación y proceden a presentar el índice de crecimiento absoluto del capital pero considerando el efecto anual del cambio en los niveles de precio (Cobb & Douglas, 1928, pág. 145).

Para el crecimiento de la producción física, sus cálculos consideraron el capital fijo, la fuerza laboral y el producto físico; mientras que para comparar la proporción del cambio entre trabajo y capital dividieron el índice relativo de la demanda de trabajo entre el índice relativo de capital fijo (L/C) a través del tiempo (Cobb & Douglas, 1928, pág. 151).

Finalmente, en relación con los índices de producción, trabajo y capital y, considerando que la productividad del trabajo es proporcional a la producción por unidad de trabajo y que la productividad marginal del capital es proporcional a la producción por unidad de capital, eligen la siguiente función (Cobb & Douglas, 1928, pág. 152):

$$P' = b L^k C^{1-k} \quad (2.3)$$

Donde:

P' = Producción actual.

b y k = valores numéricos aproximados con el uso del método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO).

A partir de la función anterior, el coeficiente b juega un papel importante pues su valor es independiente de los valores de L y c y captura los efectos cualitativos y los de cualquier fuerza para la que no hay datos cuantitativos.

Apoiado en los trabajos de Cobb y Douglas, Robert M. Solow publicó *A Contribution to the Theory of Economic Growth* en 1956, donde ajustaba datos de capital, trabajo, empleo y producto de Estados Unidos para el periodo 1909-1949, mediante diversas funciones, principalmente la Cobb-Douglas (Solow, 1956).

A partir de lo anterior, en 1957, Solow publicó *Technical Change and the Aggregate Production Function*, es que Solow definió la función de producción agregada con la cual buscó cuantificar el progreso técnico en forma residual, por esta razón al progreso técnico se le conoce también como residuo de Solow o Productividad Total de los Factores (PTF).

Utiliza la expresión de “cambio técnico” para referirse a cualquier tipo de cambio que puede darse en la función de producción, por tanto, situaciones de regresión y aceleración, mejoras en la capacitación de la mano de obra y todo tipo de cosas aparecerán como “cambio técnico” (Solow, 1957, pág. 312).

Afirmando que el producto Q se realiza con la ayuda de dos factores de producción: trabajo y capital y está definido por el tiempo t , y las cantidades de capital K y de

trabajo L que se pongan en funcionamiento y la inversión neta es el grado de aumento del *stock* de capital dK/dt ó \dot{K} (Solow, 1957, pág. 312). Se establece como:

$$Q = f(K, L; t) \quad (2.4)$$

Donde:

Q = Cantidad de producto final.

K = Capital; unidades físicas.

L = Mano de obra; unidades físicas.

t = Tiempo; aparece para considerar el cambio técnico.

Solow planteó el caso especial del progreso técnico de tipo neutral, en cuyo caso la expresión anterior se escribe como:

$$Q = A(t)f(K, L) \quad (2.5)$$

Donde el factor $A(t)$ mide el efecto acumulado de cambios a través del tiempo. A partir de la función anterior, Solow llegó a que:

$$\frac{\dot{q}}{q} = \frac{\dot{A}}{A} + w_K \frac{\dot{k}}{k} \quad (2.6)$$

Donde los puntos indican las derivadas en el tiempo y donde se relacionan las tasas de crecimiento: la del PNB por hombre = \dot{q}/q , la del coeficiente del capital trabajo = \dot{k}/k y la del progreso técnico neutral = \dot{A}/A , y w_k es la participación de las ganancias del capital en el PNB.

Con la tasa de crecimiento de $A(t)$, Solow obtuvo esta variable como un índice de progreso técnico, que son las series de producto por hora hombre y la participación de capital. Así, con esta función con rendimientos constantes a escala, cambio tecnológico autónomo neutral y competencia perfecta, se tiene:

$$\frac{\partial A}{A} = \frac{\partial Q}{Q} - a \frac{\partial L}{L} + b \frac{\partial K}{K} \quad b = (1 - a) \quad (2.7)$$

Donde:

a y b son las participaciones de trabajo y capital en el ingreso.

∂Q , ∂L y ∂K son las derivadas en t de Q , L y K .

Retomando la ecuación de la forma expresada en 2.5, \dot{F}/F es constante, digamos $=ga$, así se propone el índice de progreso técnico como (Solow, 1957, pág. 313):

$$A(t) = e^{gat} \text{ o de manera discreta } A(t) = (1 + ga)^t \quad (2.8)$$

Para llegar a la ecuación anterior, Solow planteó la función de producción Cobb-Douglas: $Y = AK^\alpha L^\beta$, expresando esta función en producto por trabajador obtuvo que:

$$y_p = AK_p^\alpha \quad (2.9)$$

Donde:

y_p = Producto por trabajador.

A = Progreso técnico.

K_p = Relación capital trabajo.

α = Participación de la remuneración del capital dentro del producto.

Al linealizar la ecuación se obtiene que:

$$Gy_p = ga + \alpha gK_p \quad (2.10)$$

En la ecuación 2.10 es posible obtener ga por residuo, esto significa que proporción de aumento de cantidad producida por trabajador (Gy_p) es observada, al igual que la razón de crecimiento de K por trabajador (K_p) y la participación de la remuneración al capital en el producto (α). Por tanto, la ecuación restante sería:

$$ga = Gy_p - \alpha gK_p \quad (2.11)$$

Con esta ecuación anterior, Solow define a la tasa de crecimiento de Q menos la tasa de crecimiento del capital ponderada por la participación del capital dentro del producto (Solow, 1957).

Al igual que Solow, Kendrick se refirió al concepto de productividad de forma analítica en *Productivity Trends in the United States*, obra publicada en 1961, donde habla de la productividad para denotar la proporción de producto para cualquier asociación de insumos en términos reales (Kendrick, 1961, p. 6).

A su vez habla de la PTF, colocando en un plano de igualdad a los factores productivos: tierra, trabajo y capital y mide la productividad con “*la diferencia entre las tasas del crecimiento del producto real y la de los insumos, ponderados estos por sus participaciones en el producto total*” (Kendrick, 1961, p. 10).

Para Kendrick (1961) la PTF es una relación entre el producto real y los insumos:

$$\text{Productividad total de capital y mano de obra} = \frac{\text{producción}}{\text{mano de obra} + \text{capital}} \quad (2.12)$$

La cuantificación de la productividad tiene como elemento necesario la función de producción, que implica la noción de que el volumen físico de la producción depende de las cantidades de servicios productivos o insumos incorporados al proceso de producción (Kendrick, 1961).

Respecto a los recursos humanos, el “*stock*” de trabajo disponible para uso productivo es la fuerza laboral, de la cual una proporción a través del tiempo, es empleada en varias ocupaciones e industrias. La mayoría de las personas que poseen empleo productivo son pagadas por hora; así el factor trabajo es representado por horas-hombre ajustadas en función de la calidad de dicho factor (Kendrick, 1961, p. 32). Por su parte, los insumos de capital son el inventario neto de estructuras, más equipo de plantas, más inventarios, más capital de trabajo, más terrenos. El periodo base se cambia para tomar en cuenta las condiciones económicas existente respecto a los subperiodos estudiados (Kendrick, 1961, p. 35).

En su análisis, menciona la importancia que la productividad tiene sobre las actividades y relaciones económicas que además son dinámicas y que su cambio en la productividad es una parte integral en tanto que aumentos a la misma son un medio para mejorar los niveles de fuerza bienestar económico nacional. La mayor o menor productividad afecta los costos, precios, beneficios, producción, el empleo y la inversión, y por lo tanto juega un papel importante en las fluctuaciones económicas, la inflación, y en el auge y la decadencia de las industrias (Kendrick, 1961).

Kendrick toma como punto de partida la siguiente función de producción:

$$Q = F(X_1, \dots, X_n) \quad (2.13)$$

Donde:

Q = Valor Agregado.

X_1, \dots, X_n = "n" factores tangibles (medibles) empleados para producir.

Para cada *producto* total sectorial se puede escribir en un año determinado:

$$P_i Q_i = \sum_{j=1}^n P_j X_{ji} + L_i w + II \quad (2.14)$$

Donde:

Q = *Producto*.

X = Diferentes *insumos* consumidos en la producción.

L = trabajo directo necesario.

W = salario por trabajador.

II = Beneficio derivado de la propiedad del *stock* de capital total.

Para una economía que produce mercancías simples requiriendo sólo capital circulante, esta ecuación muestra la suma de los elementos que debe coincidir con el valor de la producción total.

A nivel global, la productividad puede medirse con la siguiente expresión:

$$\pi_t = \frac{\sum_{i=1}^n P_{i,0} Q_{i,t}}{\sum_{i,f=1}^n (P_{j,0} X_{j,i,t} + L_{i,t} w_0 + II_{i,0})} \quad (2.15)$$

Este índice mide las variaciones del producto con respecto a los insumos requeridos para su obtención, medidos todos en un año base. Para el año base este índice toma el valor de 1; si el producto aumenta más que proporcionalmente respecto a los insumos, la variable π aumentará en el tiempo (Kendrick, 1961).

A nivel empresarial, Kendrick y Creamer (1965) desarrollaron los siguientes conceptos de productividad, distinguiendo entre la productividad total, la productividad del factor total y la productividad parcial y postularon que la productividad se puede medir y analizando los índices de productividades total y parcial de manera simultánea.

Para Sumanth (1990), el número de bienes que se produjeron es lo que se entiende como producción, y la productividad es la razón entre dicha cantidad producida y los insumos que fueron usados en el proceso. Así mismo define a la Productividad Total (PT) como la razón entre la producción total y la suma de todos los insumos (factores), mientras que la PTF es la razón de la producción neta con la suma asociada con la mano de obra y con el capital (Sumanth, 1990, pág. 7).

De esta manera Sumanth definió a la Productividad Parcial (PP) como la razón entre la cantidad producida y un solo tipo de insumo; la Productividad del Trabajo, será entonces el cociente de la producción entre la mano de obra, mientras que la Productividad del Capital será el cociente de la producción entre el insumo capital.

Los valores de éstas productividades se expresarían como sigue:

$$Productividad\ del\ trabajo = \frac{producción}{insumo\ mano\ de\ obra} \quad (2.16)$$

$$\text{Productividad del capital} = \frac{\text{producción}}{\text{insumo de capital}} \quad (2.17)$$

$$\text{Productividad del factor total} = \frac{\text{producción neta}}{\text{insumo (mano de obra+capital)}} \quad (2.18)$$

En base al método de Kendrick, Sumanth (1979) desarrolla un método de PT basado en la necesidad de superar las medidas de productividad parcial, que sólo dejaban entrever una eficiencia aparente de cada factor separadamente.

Su método se presenta como sigue:

$$Pt = O_i / I_j \quad (2.19)$$

Donde:

PT = Productividad total.

O_i = Valor de la producción.

I_j = Costo total de los insumos.

Definido de esta manera, el concepto de PTF mide la productividad mostrando un aumento de la producción por unidad de insumo a consecuencia de: incorporar adelantos tecnológicos en los procesos productivos que ahorran uno o varios factores, darle uso más eficiente a éstos, realizar economías de escala, e introducir mejoras organizativas y de dirección (Sumanth, 1990).

Respecto al análisis de la eliminación de las ineficiencias asignativas de las empresas, el enfoque de Diewert (1992) expresa que la PTF de una firma, industria o grupo de industrias es definida como el producto real producido por la firma o

industria sobre un periodo de tiempo, dividido por el insumo real usado por el mismo conjunto de unidades de producción en el mismo periodo de tiempo.

En el estudio de la productividad Diewert defendió la teoría de los números índice al señalar que cualquier índice de cantidad sensible, agrega un promedio ponderado para los registros de crecimiento de dos periodos específicos para la obtención de una tasa de crecimiento agregada de las tasas de crecimiento de cada uno de sus componentes, durante los dos periodos en cuestión, lo que proporciona una tasa de crecimiento agregada. Por lo tanto, los cambios de la PTF durante dos periodos, se convierte en un índice de cantidad de producto, dividido por un índice de cantidad de insumo utilizado, donde los índices de cantidad utilizan la Q y el Precio de entrada y los datos de cantidad, que pertenecen cada periodo (Diewert, 2013).

Esta aproximación en forma de números índice para medir la PTF, fue sistemáticamente explicada por Jorgenson y Griliches (1967) quienes se apoyaron en el trabajo inicial de Solow (1957), pero tomando una aproximación mucho más desagregada en su trabajo *The Explanation of Productivity Change*, usando una fórmula de números índices más sofisticada para la medición del crecimiento de insumo y producto y además usaron un costo del capital para medir el precio de los servicios de capital.

Jorgenson y Griliches midieron el cambio de la PTF con la diferencia entre la tasa de crecimiento del producto (Q) y la tasa de crecimiento del factor real que interesa (Jorgenson & Griliches, 1967).

Plantearon la siguiente Ho= si las cantidades de producto e insumos se miden con precisión, la variación del producto total puede ser explicada por la variación total de los factores (Jorgenson & Griliches, 1967).

Así planteado el cálculo, la variación de la PTF se expresa entonces como GF (*Growth of Total Factor Productivity*):

$$GF = \frac{\dot{P}}{P} \quad (2.20)$$

$$\frac{\dot{P}}{P} = w_I \frac{\dot{I}}{I} + w_C \frac{\dot{C}}{C} - v_K \frac{\dot{K}}{K} - v_L \frac{\dot{L}}{L} \quad (2.21)$$

Donde:

C = Cantidad de consumo de bienes.

L = Cantidad de insumo trabajo.

w_I = Parte relativa del valor de inversión en bienes y el valor de la producción total.

w_C = Parte relativa del consumo de bienes.

v_K = parte relativa del valor del insumo capital en el valor del total de la producción.

v_L = Parte relativa del trabajo.

En relación con el cambio tecnológico, Griliches (1998) también realizó sus aportaciones definiéndolo como el resultado de las inversiones y decisiones económicas conscientemente realizadas por parte de las diferentes unidades económicas existentes. La fuerza de la investigación y desarrollo limitan la influencia

de los rendimientos decrecientes y los resultados conducen a un incremento de la productividad.

2.3. SCHUMPETER EN EL ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD

Al hacer hincapié en el carácter complejo de los sistemas económicos y su capacidad de transformación endógena impulsada por la innovación y el cambio tecnológico se destacan a éstos últimos como como factores de estudio para explicar la productividad, la transformación económica y el cambio. A través del tiempo se le ha dado un peso diferente a cada factor de la producción como causa de la productividad; sin embargo, hoy en día son las innovaciones tecnológicas las que juegan un papel preponderante en la obtención de la misma (Navarro, *et. al*, 2022).

A este respecto, los aportes de Joseph A. Schumpeter (1883-1950) componen el cuerpo de la teoría evolucionista respecto a la innovación y el cambio tecnológico (Trujillo, 2020). En su obra *The Theory of Economic Development: An inquiry into profits, capital, credit, interest and the business cycle* de 1911, introduce el análisis dinámico de los ciclos económicos desde el cambio industrial, éste análisis dinámico recibe el nombre de “la corriente circular” descrita como aquella que se conforma con las fuentes inacabables de fuerza de trabajo y tierra, y corre en cada período económico a los depósitos que denominamos ingresos, para ser transformados allí en satisfacción de necesidades (Schumpeter, trad. en 1957).

Con la explicación del residuo o cambio técnico, el propio Solow (1957) refirió que éste puede tratarse de cualquier cosa que modifique la función de producción; en

este sentido las acciones que involucran el cambio tecnológico en aras de mejorar la PTF, surgen como una herramienta importante en la producción.

Al respecto, Schumpeter (trad. en 1957) señala que la producción implica procesos de control y manejo, es decir, requiere una correcta “combinación de las fuerzas productivas” que se encuentran al alcance, para lo cual emplea distintos métodos de producción en los que la tecnología toma un papel central (Schumpeter, trad. en 1957).

Los resultados de tal combinación de fuerzas productivas son los productos y lo que se combina en general, son todas las clases posibles de objetos y fuerzas. En parte consisten a su vez de productos, y solamente en parte de objetos ofrecidos por la naturaleza. También asumen el carácter de productos muchas “fuerzas naturales” en sentido físico, como la corriente eléctrica. Comprenden cosas en parte materiales y en parte inmateriales. A más de esto, es frecuente cuestión de interpretación concebir un bien como producto o como un medio, el trabajo, por ejemplo, no es un producto, sino un medio y es de orden supremo pues entra en el comienzo mismo de la producción (Schumpeter, trad. en 1957, p. 29).

También se señala en Schumpeter (trad. en 1957), que los elementos últimos de la producción son los dones naturales tierra y trabajo y los servicios de éstos dos elementos, son simplemente fuerzas productivas; además es necesaria una medida que refleje la importancia relativa de diversas cantidades de estos medios de producción, es decir una medida del valor (p. 36). Señaló que el valor de los bienes de producción contempla los rendimientos o bien un “valor de productividad” y que

la importancia de una unidad individual de los servicios de la tierra o el trabajo, está dado por la productividad marginal de dichos elementos de la producción, que debe definirse, por tanto, como el valor de la unidad menos el importe del producto ya obtenido con la ayuda de una unidad de *stock* dado de los servicios de la tierra o el trabajo (p. 37).

Para Harberger (1998) los cambios de la PTF se explican por los aumentos o disminuciones de costos; desde un enfoque schumpeteriano de la “destrucción creativa”, se ubican de manera central las actividades creativas que facilitan la mejora en términos de los costos incurridos para lograr una mayor competitividad, y cuyos efectos ante las reducciones y/o incrementos se consideran ya como parte de los procesos de agregación que conocemos en las mediciones de la productividad.

Los costos como expresión del valor de los empleos potenciales de los medios de producción son importantes de analizar, se pueden entender como los totales de precios de los servicios de la naturaleza y del trabajo (Schumpeter, trad. en 1957, p. 43). Los “coeficientes de producción” representan la relación cuantitativa de bienes de producción que contiene una unidad de producción, y son por tanto una característica esencial de la combinación entre elemento económico con el técnico (Schumpeter, trad. en 1978, p. 28).

Este autor además utilizó el término desenvolvimiento para referirse a los cambios de la vida económica que no hayan sido impuestos a ella desde el exterior, sino que tengan un origen interno, es decir, en el centro de la actividad industrial misma y no

en las necesidades de los consumidores. El desenvolvimiento en este sentido se define por la puesta en práctica de nuevas combinaciones de fuerzas y materiales que se hallan en nuestro alcance (Schumpeter, trad. en 1957, pp. 74-76).

A partir de lo anterior se desarrolla el concepto de innovación entendida esta como el producir otras cosas, o las mismas por métodos distintos, detallando cinco categorías a saber (Schumpeter, trad. en 1957, p. 77):

- 1) La introducción de un nuevo bien, uno con el que no se hayan familiarizado los consumidores, o de una nueva calidad.
- 2) La introducción de un nuevo método de producción, es decir, de uno no probado por la experiencia en la rama de la manufactura de que se trate, que no precisa fundarse en un descubrimiento nuevo desde el punto de vista científico, y puede consistir simplemente en una forma nueva de manejar comercialmente una mercancía.
- 3) La apertura de un nuevo mercado, esto es, un mercado en el cual no haya entrado la rama especial de la manufactura del país de que se trate, a pesar de que existiera anteriormente dicho mercado.
- 4) La conquista de una nueva fuente de aprovisionamiento de materias primas o de bienes manufacturados, haya o no existido anteriormente como en los demás casos.
- 5) La creación de una nueva organización de cualquier industria, como la de una posición de monopolio o bien la anulación de una posición de monopolio existente con anterioridad.

Destacó con especial importancia los elementos fundamentales para la creación de las anteriores combinaciones, en primer lugar la nuevas empresas, a las cuales atribuye el papel protagónico en la creación de innovaciones por encima de las empresas existentes y las cuales estarían destinadas a ser reemplazadas por las nuevas empresas o nuevas combinaciones, así como la inducción de procesos de grandeza y decadencia económica, suficiente para servir de línea de demarcación entre dos épocas de la historia social del capitalismo. Y, en segundo lugar, las innovaciones requerirán la consecución de los medios necesarios para su producción, los cuales provendrían de excedentes del empresario o en su defecto el poseedor de riqueza debe recurrir al crédito si desea llevar a la práctica una nueva combinación que no puede ser financiada por sus rendimientos anteriores, como ocurre con los negocios establecidos (Schumpeter, trad. en 1957, p. 78).

Para Schumpeter (trad. en 1957) las innovaciones carecen de importancia económica en tanto no sean puestas en práctica y es por eso que resalta la función del liderazgo del empresario y su influencia personal al “conducir” los medios de producción a nuevos caminos (Schumpeter, trad. en 1957, p. 98).

Las mediciones tradicionales de la productividad se basan en el concepto de equilibrio neoclásico, no obstante, a partir del análisis del desenvolvimiento económico, como Schumpeter lo hace, si hubiese un equilibrio no surgirían los incentivos para la búsqueda y la innovación y, por lo tanto, no habría cambios en la productividad. De esta manera todos los cambios en el proceso productivo, cuya finalidad es obtener una unidad de producto con menor costo, incluyen muchas innovaciones en la organización de los negocios y todas las innovaciones en las

combinaciones comerciales; así es posible obtener una organización de mejor utilización de factores de la producción (Schumpeter, trad. en 1957, p. 139).

2.4. LAS NUEVAS TEORÍAS DEL COMERCIO INTERNACIONAL Y LA PRODUCTIVIDAD

La importancia de las fallas de mercado, aspectos como el crecimiento del comercio intraindustrial¹⁰ y la manifestación de necesidades de intervención, propiciaron la propuesta de modelos que consideraran en su estudio de los nuevos esquemas de mercado, conformando de esta manera una nueva línea de formación teórica sobre el comercio internacional.

La hipótesis básica planteada por las nuevas teorías del comercio internacional (NTCI), la cual plantea la posibilidad de que las economías de escala en la producción, además de las ventajas comparativas son quienes propician el comercio (Jiménez & Lahura, 1999).

En un mundo donde no existe la competencia perfecta, los beneficios del comercio intraindustrial y del comercio entre países similares pueden ser explicados por el modelo de competencia monopolística, el cual fue desarrollado por E. H. Chamberlin (1933), quien pone en el centro de la atención las preferencias del consumidor por una variedad de bienes diferenciados, como eje fundamental para explicar el comercio (Chamberlin, 1933).

¹⁰ Los modelos clásico y neoclásico predicen una especialización completa en la producción y los flujos comerciales se darán entre productos de distintos sectores, esto es el comercio interindustrial. El comercio intraindustrial en cambio, es el que se da entre industrias del mismo tipo.

Las economías de escala tomaron especial relevancia pues a través de cambios en los requerimientos de insumos por unidad de producto, al existir costos decrecientes, puede modificarse la posición de una economía en una actividad productiva determinada. Al probar que casi la mitad del comercio mundial consiste en comercio en países industriales que son relativamente similares en su dotación de factores productivos, Krugman y Helpman (1996, pág. 273) destacan el comercio intraindustrial que permite generar ganancias adicionales en el comercio, aún mayores que las generadas con las ventajas comparativas.

Con el comercio intraindustrial el país puede reducir la cantidad, pero incrementar su escala de producción con mayor productividad y costos más bajos (Krugman *et al.*, 2006, pp. 138-140).

Dada la existencia de economías de escala, los beneficios existen si al aumentar los gastos en factores se incrementa la cantidad producida en un porcentaje mayor. Por lo tanto, el coste medio de producir cada unidad de producto disminuye cuando la producción aumenta (Krugman *et al.*, 2006, pp. 154).

Krugman y Obstfeld (2006, pp. 278) señalaron como fuente principal de éstas economías la “acumulación de conocimiento”, o sea, la situación en la cual cuando una empresa individual mejora sus productos o técnicas de producción a través de la experiencia, y tras el consiguiente proceso de imitación por parte de otras empresas, “esta difusión del conocimiento da origen a una situación en que los costes de producción de las empresas caen cuando la industria en su conjunto acumula experiencia”.

Con el uso del concepto de externalidades en la producción, originalmente surgido a partir de Marshall (1920), Krugman y Obstfeld¹¹ hicieron referencia a los efectos que las empresas obtienen al concentrarse en un territorio determinado, dado que obtienen rendimientos crecientes para el conjunto de la agrupación especial, los cuales no están presentes para cada empresa en particular, de esta manera definen lo anterior como beneficios que se acumulan en el exterior de las empresas.

La demostración empírica que realiza Krugman comprueba la hipótesis de las NTCI en tanto que las economías de escala permiten minimizar los costos, dada cierta especialización de la producción. Esta reducción de costos es un enfoque importante en el análisis de la productividad con la cual las firmas pueden diferenciarse en el mercado (Krugman, 1980).

A partir del modelo de la brecha tecnológica de Krugman, se señala que los sectores más intensivos en tecnología siempre tienen una mayor ventaja en términos de productividad, de esta manera, cualquier mejoramiento tecnológico significa un aumento en la brecha tecnológica de un país, respecto a otro (Krugman P. R., 1994).

la NTCI también está muy vinculada al tema del cambio tecnológico, el desarrollo tecnológico es normalmente un proceso de retornos crecientes llevado a cabo en industrias de competencia imperfecta, lo cual permite a la NTCI tener una ventaja de análisis respecto a la teoría convencional del comercio. Además, las causas más importantes de los retornos crecientes en la práctica pueden subyacer en las

¹¹ Krugman y Obstfeld, *Op cit.*, 2006 (278)

economías dinámicas del *learning by doing* y de la investigación y desarrollo (I+D) (Jiménez & Lahura, 1999).

Desde la perspectiva de Krugman (1987) puesto que para cierto sector específico con una experiencia de producción que se ha ido consiguiendo, ya sea a nivel nacional o internacional determina la productividad de los factores, entonces la comparativa de su productividad relativa con el resto de las economías crece conforme se va obteniendo una mayor experiencia. Así, las economías de escala dinámicas que pueden irse gestando como parte del proceso de producción son las responsables de una posible disminución de los costos y por tanto las responsables de propiciar una nueva especialización.

2.5. LA NUEVA ECONOMIA INSTITUCIONALISTA

Continuando con el enfoque de la minimización de costos como un mecanismo para la mejora en la productividad, es Williamson (1975 y 1985) quien explora estas posibilidades con sus aportes desde la explicación de las formas organizacionales. De manera importante se hace referencia a los costos de transacción en los que incurren las organizaciones planteando la teoría de los costos de transacción (TCT); al identificar las fuentes de los costos se resalta que éstos pueden ser de producción, de transacción¹² y de administración y que deben ser tenidos en cuenta de esta manera, ya que así es posible coordinar un mejor desempeño o minimización de los mismos.

¹² Una transacción es un concepto que incluye la noción de intercambio como la de contrato.

Williamson, estudia las imperfecciones del mercado, originadas por la incertidumbre y las asimetrías en la información por parte de los agentes económicos y propone resolverlas mediante la consideración de los costos de transacción (CT). Las organizaciones pueden hacer frente a dichos costos acrecentando así su flujo de ingresos, así mismo, cada transacción requerirá dimensiones críticas diferentes que dependen de la estructura particular de organización o de gobierno (Williamson, 1979).

De esta manera Williamson caracteriza tres formas genéricas de gobierno (organización): 1. La de mercado: minimizar los costos imponiendo un sistema de precios que miden la producción, implica llevar al máximo la producción. 2. La jerárquica: mayor control administrativo, incentivos y cooperación en las organizaciones. 3. La híbrida, que es una combinación de las anteriores.

Bucley y Casson (1976) sentaron las bases para el estudio de los procesos internos de transferencia de información en las empresas, al explicar por qué las transacciones de productos intermedios (tangibles o intangibles) entre países, están organizadas por jerarquías en lugar de venir determinadas por el mercado.

En su planteamiento central afirman, que para que las empresas se impliquen en inversiones en el extranjero, deben darse dos condiciones:

- a) Existencia de ventajas al localizar las actividades en el exterior; estas se relacionan con los costes en los que se incurre por los factores productivos, transporte y los aranceles, la estructura del mercado, el grado de integración de determinadas actividades y la posibilidad de obtener economía de escala.

-
- b) Organizar estas actividades dentro de la empresa resulte más eficiente que venderlas o cederlas a empresas del país extranjero en cuestión. Los costos de transacción toman importancia en tanto son inherentes al mercado.

Hennart (1993), incluyó al análisis anterior, el concepto de los costos organizativos, que son la suma de los costos de medir, y de los que resultan de mediciones imperfectas propone un control de los costos mediante las restricciones al comportamiento de la fuerza laboral que recibe un salario de parte de las organizaciones.

Desde la Teoría de Recursos y Capacidades, denominada de ésta manera por Birger Wernerfelt en su trabajo *A resource-based view of the firm* (1984), se definió a la firma reconociendo sus recursos. Barney (1991) amplió este trabajo estudiando la relación entre las características de una empresa y sus resultados. Para que las firmas obtengan una ventaja competitiva que sea sostenible en el largo plazo enfatiza en la especificidad de los activos como condición necesaria para una mayor competitividad, para ello los recursos de la firma deben tener como características las siguientes: deben ser valiosos, raros, difíciles de imitar e insustituibles.

2.6. PRODUCTIVIDAD Y DEGRADACIÓN AMBIENTAL

La productividad de los factores que es medida como un residuo (el crecimiento en el volumen de producción no explicado por el crecimiento en los volúmenes de insumo trabajo o capital), refleja otras fuentes de cambio en la capacidad productiva de una industria o economía, así como el cambio técnico. Es muy importante hacer notar en este punto, que en las industrias que se sostienen a partir del

aprovechamiento de los recursos comunes (naturales), su proceso puede diferir de aquellas donde no se explotan este tipo de recursos. Los cambios en su uso para la producción o los cambios en su calidad, pueden afectar el valor agregado de estas industrias y, por tanto, afectar su productividad (Topp & Kulys, 2013).

Ya Ricardo había advertido que los costos de producción aumentarían con el tiempo a medida que se agoten los depósitos de recursos naturales y de mayor calidad (Ricardo, trad. en 1959), en una preocupación por la naturaleza agotable de los recursos comunes y las consecuencias de esta escasez para limitar el crecimiento.

Fue hasta 1970, que Leontief abordó el tema de las repercusiones ambientales en la estructura económica, señalándolas como sub-productos indeseables que dependen de las características tecnológicas de cada industria y del crecimiento económico descontrolado y trata de incorporar estas “externalidades” al análisis convencional de insumo-producto (Leontief W. , 1970).

Con el objetivo de evaluar la contaminación generada, en su modelo generalizado de Insumo-Producto medioambiental, Leontief (1970), en su trabajo *Environmental Repercussions and the Economic Structure: An Input-Output Approach*, propuso añadir a la matriz de coeficientes técnicos, un conjunto de coeficientes de generación y/o eliminación de contaminación generada por cada sector productivo. Este modelo permite estimar la emisión total directa o indirecta, generada para satisfacer la demanda de cada factor productivo.

La producción de un bien o servicio es la consecuencia del uso combinado de diversos factores productivos, es la materialización de las materias primas, energía, productos semi-elaborados, trabajo, etc. procedente de distintos sectores económicos. De la misma forma que los estudios que engloban la teoría del valor trabajo estiman la cantidad de trabajo directa e indirectamente necesaria para obtener una unidad de cualquier producto, así puede determinarse la cantidad de contaminación incorporada en la misma producción (Leontief W. , 1970).

En 1955 Simon Kuznets publicó *Economic Growth and Income Inequality*; trabajo en el cual investigó la relación existente PIB *per cápita* como expresión para definir el crecimiento y la distribución del ingreso. Postuló que las variables desigualdad y crecimiento tienen una relación que se podría graficar en la forma de U invertida: inicialmente el crecimiento de una economía conlleva a una mayor desigualdad; sin embargo, hay un nivel de ingreso *per cápita* que origina un cambio de tendencia a partir del cual todo aumento de ingreso se traduce en una menor desigualdad (Kuznets, 1955).

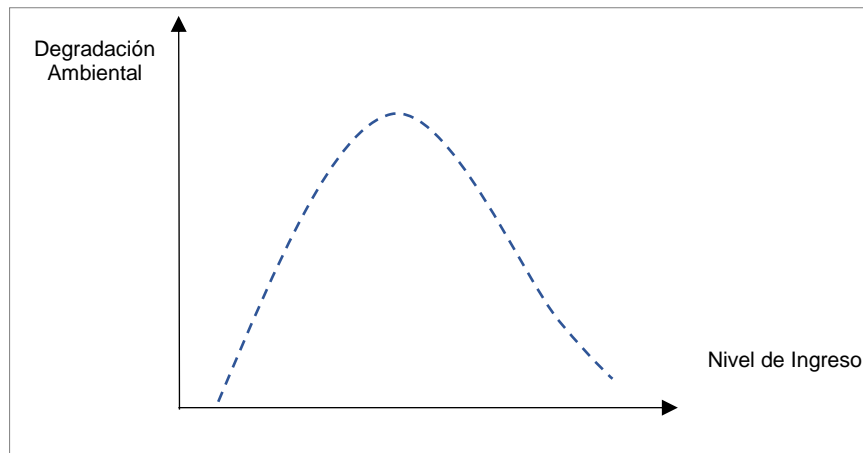
El planteamiento de esta hipótesis de Kuznets, llevó a proponer nuevas aplicaciones a partir de la misma idea, una de ellas es el enfoque dedicado a relacionar el crecimiento económico con la calidad ambiental para una región o economía específica, con la finalidad de confirmar la misma relación para con éstas variables.

A partir de las aportaciones de Grossman & Krueger (1995) y Panayotou (1993), a inicios de los 90's se llevó a cabo el estudio de la degradación ambiental (DAM) y su relación con la economía, su análisis se realizó en función de los niveles de

crecimiento económico, acotando la comparación entre los indicadores de degradación ambiental con fundamento empírico y el ingreso *per cápita*. La hipótesis fue conocida posteriormente como Curva de Kuznets Ambiental (CKA)

La CKA, sugiere la existencia de una relación funcional con forma de U invertida dada entre el ingreso *per cápita* y la degradación ambiental, lo que significa que el deterioro medioambiental es una función creciente del nivel de actividad económica hasta un determinado nivel crítico de renta, desde el que los aumentos al nivel de renta generan niveles progresivamente mayores de calidad ambiental (Grossman & Krueger, 1995) (véase figura 3).

Figura 3. Curva Ambiental



FUENTE: Dinda (2005).

Cuando una economía en desarrollo se halla en sus primeras fases antes de lograr un crecimiento económico, el uso de los recursos naturales se ve comprometido cuando explotación se intensifica por la falta de tecnologías y procesos de extracción limpios, derivado de ello, la conservación de los recursos deja de ser prioritaria y la cantidad de residuos aumenta. Esta situación persiste hasta a un

punto de inflexión en el cual la explotación inmoderada de los recursos naturales, se frena mientras los ingresos permanecen en aumento.

Grossman & Krueger (1995) apuntan que estas eventuales mejoras reflejan, en parte, exigencia para la protección ambiental, cuando se cuenta con ingresos *per cápita* cada vez mayores.

Para el comportamiento de una economía en particular, la hipótesis CKA señala que las economías en desarrollo se ubican al inicio de la curva, área en la cual logran implementar políticas orientadas hacia el crecimiento particularmente que propician un desgaste en el uso de los recursos naturales; sin embargo una vez alcanzado cierto nivel de crecimiento, es posible pensar en establecer las regulaciones necesarias para la mejora y protección en el medioambiente con lo cual la degradación comienza a disminuir (Nahman & Antrobus, 2005) (Andreoni & Levinson, 2001).

De acuerdo con Stern (2003), los bienes producidos cambian en lo que respecta a su composición generando un impacto de suma importancia y positivo para los sectores de la industria y servicios. Al interior de la economía las ramas de la actividad económica tienen diferentes intensidades de emisiones de contaminantes, y al modificarse la estructura en favor de estos sectores con menores intensidades de emisiones, se promueve un cambio hacia tecnologías más limpias. Estas modificaciones favorecen a la producción, en consecuencia, el deterioro ambiental se detiene y después comienza a revertirse (Catalán, 2014).

De este modo la U invertida es consecuencia de: las elasticidades positivas entre ingreso y calidad ambiental, de los cambios en la composición del producto favorables al medio ambiente, de las nuevas tecnologías, las presiones asociadas a la mayor información y educación sobre las consecuencias ambientales, y de políticas públicas orientadas a la conservación de los recursos naturales (Selden & Song, 1994) (McConnell, 1997).

Para Arrow *et al.* (1995), son las instituciones quienes, como consecuencia de la aplicación de reformas ambientales, han logrado la reducción de los contaminantes con incentivos que reducen este tipo de impactos negativos, por tanto, establecen que la solución a la degradación ambiental radica en reformas institucionales que obliguen a los usuarios privados de los recursos ambientales a tener en cuenta los costos sociales de sus acciones (pp. 92).

La curva de Kuznets representa entonces, una forma reducida que encubre otros fenómenos como la tecnología, la composición del producto (incluidos los recursos ambientales), las regulaciones ambientales y las demandas de la sociedad (Catalán, 2014). Es posible definir una forma paramétrica de la hipótesis de la CKA (Grossman & Krueger, 1995) definida como:

$$E_{it} = \beta_0 + \beta_1 YP_{it} + \beta_2 YP_{it}^2 + \beta_3 YP_{it}^3 + \sum_{j=1}^k Y_j X_{j,it} + u_{it} \quad (2.22)$$

$$i = 1, 2, \dots, N \quad t = 1, 2, \dots, T$$

Donde:

E_{it} representa el deterioro ambiental.

YP_{it} es el producto *per cápita*.

$X_{j,it}$ es un conjunto de variables que inciden en el deterioro ambiental¹³.

U_{it} representa un término de error.

it son subíndices que indican observaciones para distintos individuos (países) y periodos de tiempo, es decir observaciones de datos de panel.

Hablar de la calidad ambiental, desde la revisión exhaustiva de la teoría económica, nos puede llevar a ver a la misma como un bien normal que tiene un comportamiento en el mercado, su demanda puede incrementar al elevarse el ingreso *per cápita*. Mayores niveles de renta en una sociedad conllevan a una nueva preferencia de consumo tendiente hacia los bienes y servicios con un menor impacto en el medio ambiente. Como consecuencia de lo anterior se crean las condiciones para la creación e implementación de normas y regulaciones ambientales (Arrow *et al.* 1995, pp. 93).

La base de recursos ambientales de la que depende, en última instancia toda actividad económica, incluye sistemas ecológicos que producen una amplia variedad de servicios. Esta base de recursos es finita y el uso imprudente de la misma puede reducir irreversiblemente la capacidad de producción en el futuro. Por su puesto que es posible que las mejoras en la gestión de los sistemas de recursos, acompañados de cambios estructurales que conservan los recursos en la economía, permitan que se produzca el crecimiento económico y demográfico a pesar de la finitud de recursos ambientales, en al menos por un tiempo (*Ibid.*, pp.

¹³ Tales como densidad de población (Kaufmann, et al. 1998), grado de apertura comercial, estructura productiva (Moonway & Unruh, 1997; Panayotou, 1997), emisiones por km² (De Bruyn, 1997).

92).

2.7. RESUMEN CRÍTICO

Los principales autores en los cuales se apoya la presente investigación fueron aquellos cuyos aportes teóricos están vinculados con la productividad: trabajo, capital, innovación y la degradación ambiental.

Tomando como punto de partida el concepto de productividad, se destaca que la referencia utilizada es la de Sumanth (1990). Para este autor la productividad total es la razón entre la producción total y la suma de todos los factores o insumos, mientras que la PTF es la razón de la producción neta con la suma asociada con los (factores) insumos de mano de obra y capital.

Así mismo la productividad parcial es la razón entre la cantidad producida y un solo tipo de insumo; la productividad de L, será entonces el cociente de Q entre la L, mientras que la productividad de K será el cociente de la producción entre el insumo capital (Sumanth, 1990).

El factor trabajo representa una pieza clave que interviene directamente en el proceso productivo y requiere vincularse a procesos de educación formal, capacitación y especialización (Marshall, 1892). Ricardo (trad. en 1959) consideró el trabajo como una fuente de creación de valor. Señalando que las distintas calidades de trabajo y su remuneración dependen de la intensidad del trabajo realizado.

Para Marshall (1892), la fuerza física y energía del hombre, sus conocimientos y habilidades son los elementos de base para la generación de riqueza. La organización de las formas en las que interactúan las fuerzas del hombre y las naturales, es un factor importante para la productividad. Para Mill (1951) el trabajo, cuando produce más de lo necesario para su subsistencia y su productividad, es la causa de las ganancias del capital.

Desde la teoría económica clásica se concibió al capital como un factor de producción distinto del trabajo, pero paralelo, entendido como un anticipo a la producción. Para Smith (trad. en 1994) la cantidad de mano de obra productiva podrá incrementarse, siempre y cuando se den previamente aumentos de capital. Y es ésta expansión del capital quien da como resultado aumentos en la productividad. El capital empleado de manera productiva, es la base de la generación del proceso productivo. Para Marshall (1892) el capital es el resultado del trabajo y ésta es riqueza, en tanto se emplea de forma productiva.

Para la escuela neoclásica, el capital es un factor productivo, igualmente importante que el trabajo. Solow (1957) consideró los incrementos en el nivel de Q/L , cuando se agrega una unidad de capital, y señaló que para medir los aumentos en la PTF, se deben incluir la medición del progreso técnico.

En relación con el papel de la innovación, nos apoyaremos, por un lado, en el concepto de Solow sobre el cambio técnico, éste concepto toma particular relevancia al tratarse de “cualquier tipo de cambio en la función de producción, observable a través del tiempo” (Solow, 1957).

Adicionalmente se retomaron los argumentos de Schumpeter (trad. en 1957), quien señaló que la producción emplea diversos procesos de control y manejo y para una correcta combinación de las fuerzas productivas, se pueden emplear distintos métodos de producción en los cuales la tecnología juega un papel fundamental. La innovación, para este autor, es el producir otras cosas, o las mismas por métodos distintos, ya sea introduciendo nuevos bienes, nuevos métodos de producción, la apertura de nuevos mercados, la conquista de un nuevo aprovisionamiento de materias primas o bien, con la creación de una nueva organización.

Krugman (1980) también aportó valiosos argumentos al respecto, señalando que existen beneficios de la incorporación de tecnología en la producción, pues los sectores más intensivos en tecnología tienen una mayor ventaja en términos de productividad.

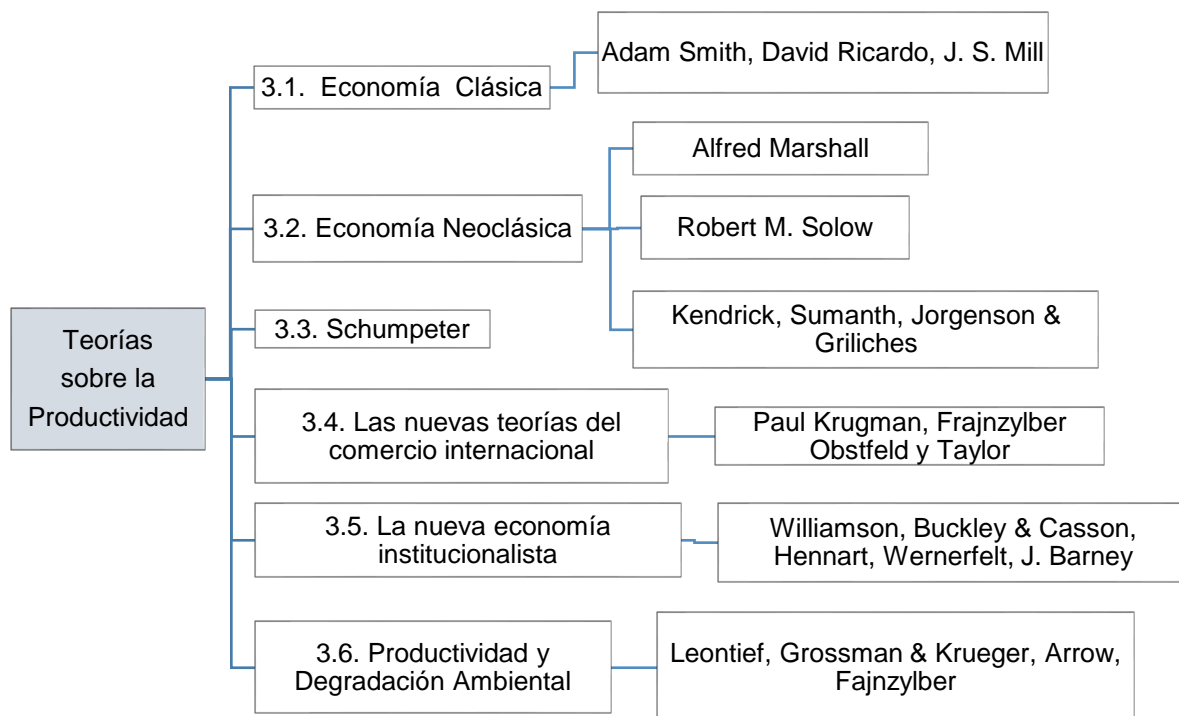
De manera particular para la industria de la madera, ya sea los cambios en la utilización del recurso forestal con fines productivos, o bien los cambios relacionados con su calidad, pueden afectar a las industrias de este ámbito y, como consecuencia, afectar su productividad. Grossman & Krueger (1995) proponen medir los efectos de aumentos en los niveles de productividad sobre el deterioro ambiental de forma paralela.

En el contexto de industrias que utilizan recursos comunes como materia prima principal, es importante la comparación de productividad entre países industrializados y los no industrializados, por ello se consideraron las aportaciones de Fajnzylber (1992) para la detección de fuentes espurias y auténticas de la

productividad, así como los aportes de Grossman & Krueger (1995) al considerar el deterioro ambiental y su relación con el nivel de actividad económica. Al respecto, también se retomaron los argumentos de Arrow *et al.* (1995) que apuntan hacia la aplicación de reformas ambientales como facilitadores en la reducción de los contaminantes.

Las contribuciones teóricas señaladas anteriormente, serán de apoyo fundamental para la contrastación de las hipótesis de la presente investigación. El resumen de las perspectivas teóricas en las que se sostiene la presente investigación se han planteado en la figura que a continuación se presenta (véase figura 4).

Figura 4. Teorías Referidas.



Fuente: Elaboración propia con base en la revisión de autores señalados.

CAPÍTULO 3.

PRODUCTIVIDAD AUTÉNTICA Y ESPURIA.

UNA NOTA REFERENCIAL

El presente capítulo está desarrollado en torno a la revisión de un marco referencial para la comprensión del origen y significado del concepto de productividad auténtica, frente a lo que sería una productividad de tipo “espuria”; concepto que se sostiene a partir del de competitividad auténtica y competitividad espuria. En un primer apartado se presenta y explica el surgimiento de la preocupación por el estudio de una competitividad que reconozca factores de equidad y sostenibilidad en el largo plazo, mientras que en el segundo apartado se exponen las variadas expresiones en las que se ha aplicado el concepto.

Los referentes teóricos que han sido revisados en los capítulos anteriores dan cuenta de la necesidad de un análisis que integre el dinamismo industrial de las economías y su crecimiento sostenido, con la capacidad de éstas por lograr cambio tecnológico o mayores niveles de inversión, empleo y eficiencia o menores emisiones contaminantes. El estudio de los factores que determinan si éstos niveles de actividad promueven el desarrollo social y/o son sostenibles en el mediano y largo plazos, resultan fundamentales en la actualidad.

A nivel de las empresas, en el ámbito internacional se ha observado que, de las diversas herramientas empleadas por los países para competir por los mayores beneficios, algunas provocan y mantienen dichos beneficios en el corto plazo, mientras que otras perduran y su impacto se mantiene en el mediano plazo.

Las investigaciones realizadas a nivel sectorial, en torno al análisis de la actividad productiva industrial, con efectos en el mediano plazo son escasas, y generalmente se limitan a estudios de caso de sectores o empresas particulares. Sin embargo, sobre este tema son generalizadas las opiniones respecto a la necesidad de una reestructuración del sistema de inserción internacional de los países (sobre todo los países en vías de desarrollo) que considere por sobre todo, una competitividad industrial genuina (auténtica) (Chudnovsky & Porta, 1991).

Las exposiciones más desarrolladas que se han enfocado en dicha temática, surgieron a partir de los aportes realizados por la División de Desarrollo Industrial de la CEPAL, de la División Conjunta CEPAL-ONUDI de Industria y Tecnología, y por su entonces Director Fernando Fajnzylber (1988 y 1989).

3.1. LA NOCIÓN DE LA COMPETITIVIDAD AUTÉNTICA

En un esfuerzo por realizar una conceptualización sobre los factores de ganancia o pérdida de competitividad de los países industrializados, y de derivar de éste análisis una propuesta para América Latina, Fajnzylber (1988) partió del reconocimiento de que en los países industrializados la reestructuración productiva está vinculada con la necesidad de ganar competitividad en los mercados internacionales. Para este autor, el corazón de dicha reestructuración es la difusión de las tecnologías de información y su incorporación al sistema productivo.

En este mismo orden de ideas, el concepto de la productividad ha sido especialmente considerado por Fajnzylber (1988) quien la destaca como elemento clave en la problemática de la competitividad al señalar que “hay un elevado consenso en cuanto a la existencia de un sólido vínculo entre competitividad, incorporación de progreso técnico dinamismo industrial y aumento en la productividad”¹⁴.

Para Fajnzylber (1988) es importante considerar como competitividad a “la capacidad de un país para sostener y expandir su participación en los mercados internacionales y elevar simultáneamente el nivel de vida de su población. Esto exige el incremento de la productividad y, por ende, la incorporación de progreso técnico” (Navarro, *et. al*, 2022).

Es a partir de observar situaciones de este tipo que, Fajnzylber (1988) destacó la

¹⁴ Fajnzylber (1988), p. 11.

dicotomía existente entre la competitividad “espuria”¹⁵ o efímera y la competitividad auténtica.

La competitividad, denominada por el autor como, “espuria” enfatiza en la manera de lograr aumentar la existencia de excedentes gracias a una devaluación de la fuerza de trabajo, o gracias a la explotación laboral y/o gracias a la explotación de los recursos medioambientales. Tratándose de aquellas ganancias que se obtienen fácil y rápidamente mediante estas herramientas, y que se hacen presentes de manera inmediata pero que no es posible que se mantengan en el tiempo puesto que van impactando negativamente los niveles y la distribución de los ingresos (Fajnzylber, 1988).

Por otro lado, cuando el autor habla de la competitividad de carácter “auténtico”, se refiere a las mejoras de la productividad que se pueden lograr de la mano de procesos sostenibles en el tiempo como la salud del medioambiente y de la calidad de vida de la sociedad, con mejoras en los procesos productivos y organizativos, etc. Las ganancias de competitividad que logren obtenerse de este modo, se mantienen y se pueden mejorar continuamente (Fajnzylber, 1988).

La competitividad auténtica se logra con base en incremento en la productividad, aspecto que implica un progreso técnico continuo, mayor diferenciación de productos, progresos en la productividad de los factores y de los insumos productivos, introducción de nuevas formas de organización empresarial y eslabonamiento de cadenas productivas, para un mejor ciclo productor (Hernández

¹⁵ Fajnzylber, *op cit.*, p. 13.

Laos, 2000).

Es a partir de los argumentos categóricos de Fajnzylber (1988) que otros autores han aportado elementos conceptuales y han sostenido que en el logro de la competitividad es necesario considerar los múltiples factores que inciden. Al respecto, en 1990, en el marco del proyecto de *Transformación Productiva con Equidad*, la CEPAL (1990) se sumó a esta visión de competitividad definiendo a la competitividad auténtica como: “la capacidad de incrementar, o al menos de sostener, la participación en los mercados internacionales con un alza simultánea en el nivel de vida de la población” (CEPAL, 1990).

Así se destacó que la generación de auténtica competitividad, se encuentra estrechamente ligada a la visión micro ya que para lograr mayor peso en el mercado mundial y mejorar el nivel de vida, es necesario asemejarse a los patrones de eficiencia en uso de recursos y calidad de productos que tienen los países más exitosos.

Por su parte, OCDE propuso el concepto de competitividad estructural. Éste se entiende como el resultado de la gestión exitosa de las empresas, pero también toma en cuenta la fortaleza y eficiencia de la estructura productiva nacional, las tendencias a largo plazo en la tasa y estructura de la inversión, la infraestructura técnica y otros factores determinantes de las externalidades sobre las que las empresas se apoyan (OCDE, 1992).

Esta forma de visualizar la competitividad para una economía dada no es limitativa para las economías en desarrollo, por el contrario, *Cambridge Econometrics* (2003)

señala que ésta es una “visión consensuada” a escala mundial. Las definiciones de organismos internacionales influyentes tienen un consenso respecto que la competitividad exitosa se da acompañada de mejores niveles de empleo y mejoras en los ingresos que finalmente llevan a la posibilidad de bienestar social y de tipo sostenible. (Navarro, *et. al*, 2022).

Por su parte, Coriat (1997) manifestó la necesidad de avanzar en un mundo donde se busque la competitividad y el mantenimiento del deseo de un alto nivel de vida para los asalariados y consideró que esta paradoja es posible. Así mismo señaló que hay varios factores que se involucran en la consecución de mejoras en la competitividad, destacando entre la competitividad costo que considera la productividad de los factores y la competitividad no costo, donde se involucran factores propios del producto, como lo es la calidad.

En concordancia con lo anterior, Chudnovsky & Porta (1991) enfatizaron en la revisión de los elementos de competitividad que la pueden hacer pasar como ‘aparente’ o como ‘revelada’. La necesidad del estudio de la competitividad en estas dos vías, por un lado, la competitividad aparente o revelada que solo cuantifica el desempeño de una economía y, por el otro señaló la necesidad analizar la competitividad “actual y potencial”, donde se destacan elementos relacionados con la calidad, diferenciación, rendimiento, etc.

Por su parte, Padilla (2006), también realiza la consideración de la competitividad, a la cual llama “efímera, artificial o espuria” y que se consigue con el uso irresponsable de los recursos naturales, con la implementación de las jornadas y

condiciones laborales exhaustivas, bajos salarios, explotación no sustentable de recursos naturales, condiciones laborales inadecuadas, etc. Por otro lado, para el autor, la competitividad “real o auténtica” se vincula a procesos innovadores productivos y organizacionales que fomenten la salud económica de la mano de obra y en general que mejoren la calidad de vida en la sociedad.

Bajo esta perspectiva, la noción de bienestar puede extenderse para incluir metas ambientales, puesto que es posible conseguir unos mayores niveles de rentabilidad y competitividad cuando hay abundantes fuentes de recursos siempre de la mano de un uso sostenible de sus propios recursos para el mantenimiento y mejora de los mismos en el tiempo (Lugones, 2001).

Para incorporar las fuentes genuinas al análisis de la productividad, como determinante de la competitividad, es importante diferenciarlas de las fuentes espurias, y ello involucra la necesidad de tomar en cuenta los elementos que permitan un mayor nivel de empleo y de ingresos sin comprometer los recursos disponibles.

3.2. APORTES HACIA LA DEFINICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD AUTÉNTICA

Puesto que el “único camino sólido para sostener el posicionamiento e incrementar el dominio de un mercado para cierta economía en el ámbito mundial, a la vez que se mejora la calidad de vida de sus pobladores, se basa en lograr mejoras a la productividad” (Porter, 1990), resulta sumamente importante cuidar el comportamiento de la productividad parcial del trabajo, la productividad parcial del capital y la productividad implícita para todos los factores involucrados.

La productividad laboral ha sido tradicionalmente considerada como un determinante de la competitividad, y en la visión de autores como Romero & Puyana (2003), Porter (1990) y CEPAL (1990) se reflexiona sobre ésta competitividad auténtica. Chudnovsky & Porta (1991) argumentan que es importante entonces la consideración de los incrementos “genuinos” de la productividad y para que éstos se den son necesarios los cambios tecnológicos y organizativos, así como en una transformación progresiva de los patrones de industrialización, de su forma “espuria” asociada con ventajas de tipo estático como el costo de la mano de obra, variaciones al tipo de cambio, etc. (Vázquez, 2016).

Para una comprensión de los aspectos que determinan la productividad y para poder determinar de si estos cambios son de tipo espurios o auténticos, interactúan entonces causas del enfoque estructural (cambio técnico) con causas del enfoque tradicional de la productividad (factor L y K) (Bianco, 2007), en una visión dinámica sin comprometer la base de recursos ambientales involucrados en los procesos productivos.

3.2.1. TRABAJOS QUE DISTINGUEN FUENTES ESPURIAS Y AUTÉNTICAS

Los estudios identificados en los cuales se han analizado los incrementos en la productividad se han centrado principalmente en señalar que, para que estos incrementos no sean espurios, requieren de cambios tecnológicos y organizativos al interior de las organizaciones (Chudnovsky & Porta, 1991, p. 55).

Respecto a la competitividad en la industria manufacturera mexicana, Cásar (1993) explica que el aumento en la eficiencia en la asignación de recursos que implica la

apertura y la estabilización interna se han apoyado, entre otras cosas, en la política cambiaria. El autor exploró la importancia de la competitividad haciendo distinción entre la competitividad espuria y la legítima para 36 ramas de la manufactura y sólo en 17 casos se encontró una correlación significativa entre el indicador de eficiencia y las exportaciones. Sin embargo, en las ramas de mayor competitividad, las exportaciones se explican en gran medida por la productividad laboral y no por los cambios en los costos relativos de la mano de obra.

En el trabajo de Puyana & Romero (2004) se establece que el fenómeno de la apertura comercial desde 1980 en México, se ha acompañado de una significativa capacitación técnica de la fuerza laboral; pero con un estancamiento generalizado de las remuneraciones al trabajo calificado a al no calificado, así como se expone también aumentos pequeños a las ganancias del capital. Los autores concluyeron los niveles de empleo calificado que pudieron observar, no sólo aumentó, sino que dicho aumento no fue resultado del cambio tecnológico, sino más bien es una forma de competir en el mercado de trabajo, de esta manera la atención en inversiones al capital humano para elevar la productividad, podrían no resultar eficientes.

En el caso del estudio realizado por Puyana & Romero (2006), se estudió la industria maquiladora de exportación (IME) en función de la idea general que sostiene que solo la productividad puede elevar el ingreso de manera sostenida y sin esos incrementos constantes en la productividad no es factible lograr una auténtica competitividad. Se advierte que los límites al crecimiento de la productividad están dados por el peso que en su valor agregado representan los salarios, relación que sugiere una muy baja relación capital-trabajo y, por tanto, escasa productividad del

trabajo.

Para Cuevas (2008) las exportaciones manufactureras determinan el crecimiento económico y los empleos estables y bien remunerados. En su investigación sobre la influencia de la productividad laboral sobre las ventas al mercado internacional desde la industria manufacturera mexicana, mediante un modelo de análisis dinámico de autorregresión vectorial (VAR) concluyó que los estímulos a la productividad laboral, como lo es la capacitación por ejemplo, pueden acrecentar de manera notable el desempeño exportador de las manufacturas para fortalecer la economía nacional y propiciar una competitividad con criterios de sostenibilidad.

CAPÍTULO 4.

LA PRODUCTIVIDAD EN LA INDUSTRIA DE LA MADERA. ESTUDIOS DE CASO

En el presente capítulo se expone una serie de estudios de caso realizados en torno al tema de la productividad. En el primer lugar se enlistan estudios referentes al análisis de la productividad desarrollados para la industria manufacturera internacional para luego revisar las investigaciones en el mismo rubro, enfocadas al APEC. Posteriormente se incorporan las investigaciones realizadas específicamente sobre la productividad en la industria de la madera para las economías del APEC, destacando sus mediciones, variables y métodos aplicados. Se finaliza el capítulo con los principales estudios donde se relaciona la productividad con la degradación ambiental. Para todos los casos se describe principalmente el tipo de investigación realizada, las variables seleccionadas y el método aplicado.

El análisis de la silvicultura se puede realizar desde una variedad de disciplinas de estudio, desde las cuales se encuentran documentos escritos desde la biología y otras ciencias naturales, ciencias aplicadas y ciencias sociales. Cada disciplina brinda diferentes herramientas y métodos a la tarea de la gestión de los bosques; este capítulo se apoya en la revisión de aquellos estudios realizados desde una perspectiva económica.

Conocer los estudios realizados, las aplicaciones metodológicas y sus principales resultados, sirve de base a esta investigación para contar con elementos de apoyo a las hipótesis planteadas, así como para validar la pertinencia de la metodología propuesta.

4.1. LA PRODUCTIVIDAD DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL. ESTUDIOS DE CASO

Son numerosos los estudios realizados sobre la industria manufacturera en el mundo, en este apartado se resumen (véase tabla 20) aquellas cuyos aportes son de mayor relevancia para esta investigación.

Cameron, G., *et al.* (2000), revisaron las relaciones existentes entre la apertura internacional y la productividad total de los factores, para 19 sectores diferentes de la industria manufacturera del Reino Unido, entre 1970 a 1992. El estudio fue realizado en dos momentos principalmente, en primer lugar, se realizó un análisis discriminante para medir valores de apertura en los sectores del grupo analizado, identificado aquellos sectores como relativamente abiertos y cerrados; posteriormente se consideraron las relaciones entre la productividad del trabajo y

las dimensiones de la apertura encontrando una correlación positiva entre ambas. Dicha relación fue explicada por una relación estadísticamente significativa y positiva, entre la apertura comercial y el aumento de la productividad total de los factores (PTF), con encontrar encontró evidencia de una relación positiva entre ambas variables. Se concluyó que hay una asociación transversal bastante clara entre apertura internacional (así medida) y el crecimiento de la PTF en la manufactura del Reino Unido.

En cuanto a la productividad para la industria de las manufacturas, Frantzen (2003) analizó 14 países integrantes de la OECD, en el periodo de 1972-1994, considerando un panel con 22 sectores distintos y un total de 6584 observaciones. La productividad en el sector manufacturero y su relación con los gastos en I+D, fue contrastada mediante el MCO y MCO dinámico. Los resultados mostraron que la relación entre la I+D y la PTF es cointegrada de primer orden y sus coeficientes son estadísticamente significantes; los resultados son aplicables a la mayoría de los sectores y destaca la relación de causalidad de las variables de I+D hacia la PTF.

Iregui, *et al.* (2007) por su parte, realizaron un análisis de la productividad para la industria manufacturera en Colombia, y su estudio se desagregó en el área metropolitana, en el periodo 1975-2000 y se incluyeron 18 sectores industriales. Se implementó el análisis de datos de panel con la aplicación de pruebas de raíz unitaria de segunda generación y cointegración para paneles. Al estimar las elasticidades factoriales tanto a nivel regional como sectorial, se encontró una gran heterogeneidad entre ellas. En cuanto a los parámetros de productividad, los sectores industriales más productivos fueron el de industria de bebidas, fabricación

de sustancias químicas industriales y fabricación de papel y productos de papel.

Las relaciones de largo plazo entre productividad laboral y los canales de adopción de tecnología e innovación, fueron estudiadas por Apergis, *et al.* (2008) en un panel de 21 industrias manufactureras de seis países Europeos (Finlandia, Alemania, Francia, Italia, Holanda y España) y los Estados Unidos en el periodo de 1980 a 1997. Los resultados muestran, en general, que hay una relación de equilibrio entre la productividad laboral, innovación y difusión de la tecnología. La innovación de tecnología se encontró estadísticamente significativa y cuantitativamente importante para ganar productividad; por otro lado, el rol dual de la I+D, comercio internacional y capital humano, tanto para estimular la innovación, como para facilitar la transferencia de tecnología, se apoyaron fuertemente. Estos hallazgos aplican tanto para las industrias altamente tecnológicas, como para las de baja tecnología.

Powell & Wagner (2014), al estudiar el sector manufacturero de Alemania, analizaron la productividad distinguiendo entre empresas que exportan, *versus* las que no lo hacen. La investigación empírica usa datos de un panel no balanceado para 1995, 2000 y 2006, de empresas manufactureras que emplearon al menos 20 personas, y sus exportaciones directas; así como la consideración de productividad como productividad laboral o como ventas totales por empleado. Se encontraron diferencias en la productividad entre empresas exportadoras y las no exportadoras que se consideraron, tanto del este como el oeste de Alemania, teniendo evidencia de un comportamiento positivo de la productividad del exportador que es mayor al del no exportador, implicando que la liberalización del comercio puede aumentar la productividad.

En el contexto de una muestra representativa de empresas manufactureras de la India para el periodo 1999-2006, Chun & Lee (2015) analizaron la importancia de las implementación de estrategias de compensación laboral para verificar su productividad. Para lo anterior, se basaron en un modelo extendido de la función Cobb-Douglas plantando que la compensación influye directamente sobre la productividad a nivel de planta, al aumentar los incentivos y, por tanto, esfuerzos de los empleados para desarrollar habilidades complementarias relacionadas con el uso tecnologías más avanzadas. Se utilizó el Método Generalizado de Momentos (GMM) como estimador para identificar los componentes no explicados de la productividad laboral que no se relacionan con diferencias en el uso de insumos, sino a las prácticas de compensaciones. Se encontró que dichas compensaciones, tanto a los empleados como a los gerentes, tienen una relación con valores altos y significativos estadísticamente para el modelo utilizado. Finalmente se señala que cuando no existen sistemas de incentivos en la administración de los recursos humanos, la mejora en los niveles de productividad puede verse afectada en el sector manufacturero de la India.

Raymond, *et al.*, (2015) examinaron si las empresas manufactureras de Francia y Alemania mostraron persistencia en innovación y productividad, ya sea que la innovación cause la productividad, en el sentido de *Granger*, o si ocurre lo contrario. En el análisis de un panel no balanceado para periodos de tres años, a saber, 1994-1996, 1998-2000 y 2002-2004, encontraron que un aumento de 1% en la cuota de ventas innovadoras incrementa la productividad laboral en 0.12% y 0.05% en Francia y Alemania respectivamente, es decir que la productividad laboral responde más a incrementos en empresas de Francia que en Alemania. En esta investigación,

tanto la ocurrencia, como la innovación de productos, son determinantes para alcanzar mejores niveles de productividad parcial del trabajo de las empresas; sin embargo, la productividad pasada no afectó significativamente la innovación de productos, por ello, hay evidencia de que es la innovación la que propicia mejoras en la productividad y no al contrario.

En Konings & Vanormeligen (2015), se realizó la revisión de empresas manufactureras y no manufactureras, que contaban con al menos un trabajador, para inferir el impacto que tanto la capacitación como los salarios, tuvieron sobre la productividad de las firmas Belgas en el periodo de 1997 a 2006. Se pudo medir, para cada empresa, el número de empleados que recibieron algún tipo de capacitación formal, las horas dedicadas y los costos de dicha capacitación; además se utilizó un enfoque de función de control para estimar las funciones de producción y ecuaciones de salarios a nivel de firma, para inferir la productividad. Los resultados indicaron que, las mejoras en los niveles de productividad están relacionados más con la capacitación que con mejora de los salarios y dicha relación es ligeramente más fuerte en las empresas no manufactureras comparado con las manufactureras.

Para investigar el impacto de los aranceles en el comercio de bienes intermedios extranjeros, sobre el aumento a la productividad, Bas, *et al.* (2016) se basaron en 16 países integrantes de la OCDE y en 10 diferentes industrias manufactureras entre 1996 y 2007. Los resultados del análisis indicaron que la liberalización del comercio puede aumentar la productividad a nivel industrial, al facilitar el acceso de las empresas a insumos intermedios que antes no estaban disponibles para, con ello, aumentar sus posibilidades de producción y actualizar su tecnología. Finalmente señalan que los

países e industrias que utilizan más intensivamente insumos, para los cuales se han reducido los aranceles, han experimentado los mayores incrementos de su productividad.

Respecto al impacto de la liberalización del comercio sobre la productividad industrial, Ahmed, *et. al.* (2017), examinaron un panel de 23 industrias manufactureras (a tres dígitos), durante los periodos pre y post liberalización del comercio en Pakistán, de 1980 a 2006. Adicionalmente, se revisó el impacto de la liberalización sobre la PTF, donde las tasas efectivas de protección (ERP, por sus siglas en inglés) se utilizaron como un indicador de la liberalización comercial. Los autores consideran que el método de MCO ignora un potencial problema de endogeneidad y correlación entre las materias primas y la productividad industrial no observada, por tanto, consideran a las materias primas como una variable de control. Los resultados revelaron que ampliar las políticas de fomento al libre comercio repercute en un impacto a favor de los mejores niveles de PTF, en los dos periodos de análisis, de esta manera, parece ser que la liberalización comercial tiene un rol significativo para explicar la PTF en las industrias correspondientes a Pakistán.

Jones, *et al.* (2017) investigaron la productividad en empresas manufactureras que consideran, tanto el involucramiento de los empleados (EI) en la toma de decisiones, así como la participación financiera (FP) de los mismos como actividades complementarias. Basándose en un panel representativo de 1054 empresas manufactureras de Finlandia, que emplean al menos 50 personas, se encontró que la incidencia de EI y FP creció en el periodo señalado y la mayor participación de los

empleados fue consistente con cambios observados en los ambientes institucionales; sin embargo, no se pudo encontrar evidencia de complementariedad para ambas variables, pues mientras FP impacta directamente sobre la productividad, la variable EI provee evidencia significativa de un impacto no deseado sobre la productividad.

El impacto de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) sobre mejoras a la productividad de la mano de obra, fue explorado por Kılıçaslan, *et al.* (2017) en relación con la industria de manufacturas de Turquía; el periodo que comprendió su análisis fue de 2003 a 2010 y se basó tanto en un panel dinámico como en uno estático (de efectos fijos). Se encontró que la influencia en el uso de las TIC sobre la productividad es sobre un 25 a 50 por ciento por encima que el del capital convencional; subrayan finalmente que la acumulación de capital en TIC no aumenta directamente la productividad laboral, pero la acumulación de este tipo de capital se relaciona con la productividad del factor trabajo reflejada en el aumento del valor agregado.

Tabla 20. Resumen de los estudios empíricos sobre productividad internacional de la industria manufacturera

ESTUDIO	PERIODO	METODOLOGÍA	VARIABLES	
			Dependiente	Independientes
Cameron, G., <i>et al.</i> (2000)	1970-1992	Análisis de sección cruzada MCO	Productividad laboral	Apertura Internacional = - Flujos de capital: IED entrante y saliente (IED/producción doméstica y capital/trabajo). - Flujo de bienes (importaciones/ventas domésticas). - Flujo de ideas (I+D): Comercio ponderado (I+D/producción doméstica).
Frantzen (2003)	1972-1994	Método MCO y MCO dinámico	PTF	- Capital físico - Trabajo - Gastos en I+D doméstica y extranjera - Patentes - Cuota de importaciones
Iregui, <i>et al.</i> (2007)	1975- 2000	Panel Estimador de Efectos Fijos	PTF	▪ VA: prod. bruta-valor de mp y de energía ▪ Acervo de capital: inventario perpetuo ▪ Trabajo: personal ocupado total
Apergis, <i>et al.</i> (2008)	1980-1997	MCO completamente modificados	Productividad Laboral	Capital Físico Trabajo (horas) Innovación Doméstica: I+D, capital humano Transferencia tecnológica: I+D, brecha tecnológica y capital humano (años de escolaridad) Cuotas de importación
Powell & Wagner (2014)	1995, 2000 y 2006	MCO Estimador de Efectos Fijos	Productividad Laboral	▪ Intensidad de capital - Exportaciones ▪ <i>Dummy</i> : Exportador o no Exportador
Chun & Lee (2015)	1999- 2006	1. Estimador de Efectos Fijos 2. Estimador GMM (AR (1))	Productividad Laboral	▪ Capital/trabajo ▪ Materia Prima/trabajo ▪ Compensación: Proporción de empleados ▪ Compensación: Proporción de gerentes

Continuación tabla 20

Raymond, <i>et al.</i> (2015)	1994-1996, 1998-2000 y 2002-2004	Panel no balanceado Estimador de máxima verosimilitud de información completa	Productividad Laboral	<ul style="list-style-type: none"> - Ventas por empleado - I+D por empleado - Inversión por empleado - Número de empleados (tamaño de la empresa) - Cuota de mercado ▪ Innovación: Medida en un modelo con innovación latente (propensión a innovar) y en otro con innovación observada
Konings, J. & Vanormelingen (2015)	1997-2006	MCO Panel no balanceado	Productividad	<ul style="list-style-type: none"> - Valor Agregado - Capacitación formal: número de empleados, horas y costos de capacitación. - Salarios: número de empleados, valor agregado, costos del trabajo y costos de materiales, - Stock de capital.
Bas, <i>et al.</i> (2016)	1996- 2007	MCO Modelo de efectos Fijos	Productividad multifactorial (MFP)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cambio en MFP del líder tecnológico. ▪ Brecha en MPF en niveles (t-1) ▪ Aranceles de entrada ▪ Aranceles de salida ▪ Intensidad de capital ▪ Intensidad de habilidades ▪ I+D gasto
Ahmed, <i>et al.</i> (2017)	1981-1995 y 1996-2006	Panel balanceado MCO basados en agrupaciones, Modelo de Efectos Fijos	Productividad	<ul style="list-style-type: none"> - Valor Agregado - Empleo (L): Costos del empleo incluidos beneficios no monetarios - Capital (K): Activos Específicos - Energía: Costo de electricidad, combustible y agua. - Materias primas (RM) - Tasas Efectivas de Protección (ERP)

Continuación tabla 20

Jones, <i>et al.</i> (2017)	2002- 2005	MCO Modelo de Efectos Fijos	Productividad Laboral (Ventas/L)	<ul style="list-style-type: none"> - Ratio capital/trabajo - Ratio materia prima/trabajador - Participación financiera de los empleados: fondo de personal, esquema de opciones y de propiedad de acciones de base amplia. - Involucramiento de empleados: Comité de consulta, círculos de calidad, equipos autogestionados, representación en el directorio, rotación laboral, esquema de sugerencias y encuestas de satisfacción laboral.
Kılıçaslan, <i>et al.</i> (2017)	2003-2010	Panel Estático (Efectos Fijos) Estimador GMM	Productividad laboral	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Valor Agregado ▪ Capital TIC: Coeficiente TIC/ KL ▪ Capital no TIC: Coeficiente No TIC/ KL

Fuente: Elaboración propia con base en la literatura revisada.

4.2. LA PRODUCTIVIDAD DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA EN EL APEC.

ESTUDIOS DE CASO

La revisión de las investigaciones llevadas a cabo sobre la productividad en la industria manufacturera de las economías del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico se muestran de manera resumida en este apartado (véase tabla 21).

Usando modelo econométrico de datos de panel para el sector manufacturero de la economía mexicana, İşcan (1998) consideró la influencia de la variable comercio y la variable de liberalización del comercio sobre la productividad en la industria manufacturera mexicana para 47 sectores en el periodo 1970-1990, con particular énfasis en el programa de liberalización comercial implementado en México después de 1986. El análisis del autor sugiere que las variables comerciales están positivamente correlacionadas con las mejoras a los niveles de productividad; en particular, se encontró el uso intensivo de materiales importados están positivamente correlacionados con el aumento de la productividad. Las estimaciones mostraron que, siguiendo el periodo de liberalización, el promedio de los niveles de PFT en la industria manufacturera mexicana, pudieron haber aumentado alrededor de un 5 por ciento. Posterior a la liberalización, los mayores niveles de exportaciones en el producto total aumentaron la productividad promedio.

Los & Verspagen (2000), estimaron la influencia de los desarrollos tecnológicos sobre la productividad pero verificada al interior de las firmas, a través de un modelo de datos de panel que integraron firmas manufactureras de los EE.UU. entre 1974 y 1993. Se encontró una relación directa y además significativa sobre la productividad,

aunque sus magnitudes difieren entre las firmas de alta, media o baja tecnología. Las variables consideradas en su mayoría fueron series integradas de orden 1 y los residuales a nivel de estimación, son estacionarios lo cual apunta a la cointegración que, a su vez, implica la posibilidad de un análisis de largo plazo de las estimaciones. Se encontró evidencia limitada de que los rendimientos crecientes a escala puedan mantenerse en industrias de alta tecnología.

Pavcnik (2002) investigó cómo es que de la liberalización del comercio impacta en las mejoras a la productividad de las plantas, tomando como estudio de caso a Chile en el periodo de 1979-1986 y para una $n= 4,379$ observaciones; metodológicamente se estimó la función de producción a nivel de planta, para después identificar el impacto de dicha liberalización en la productividad para las empresas manufactureras que se caractericen por tener al menos 10 empleados y con una regresión que distinguió entre sectores afectados y no afectados con la liberalización. La investigación apoyó la idea de la protección comercial en Chile, durante la década de 1970, permitieron la coexistencia de productores con diferentes productividades, algunos de ellos no sobrevivieron en un entorno liberalizado en 1980; sin embargo, se concluye que la industria de manufacturas en Chile creció en promedio anual con una tasa de 2.8% luego de la liberalización comercial, principalmente debido a la reorganización de los recursos dentro de la economía.

Fragoso (2003) utilizó un modelo de panel balanceado con 9 secciones cruzadas para analizar los determinantes de la productividad en el sector manufacturero mexicano en el periodo 1980-1998, destacando la relación existente con el libre

comercio, la IED, la capacitación laboral y el gasto en investigación y desarrollo. Los valores obtenidos a partir de la estimación muestran que, para la industria de manufacturas en México, la mayor orientación hacia el mercado exterior por parte de las políticas comerciales implementadas en el sector, han propiciado la mejora de su productividad factorial total. La IED y los recursos destinados a capacitación tienen efecto positivo con la productividad, pero no son significativos, a diferencia de los gastos en I+D, los cuales también tienen efecto positivo, pero además es significativo.

Amiti & Konings (2005), estimaron la influencia que pudiese tener la liberalización del comercio sobre la productividad para las firmas, lo hicieron distinguiendo entre las ganancias de productividad derivadas de aranceles más bajos sobre bienes finales y su vínculo con los intermedios. El análisis se centró en las empresas manufactureras de Indonesia, con 20 o más empleados y para el periodo de 1991 a 2011. Se demuestra que, la mayor ganancia en productividad aumenta al reducir los aranceles de entrada; específicamente, una caída de 10 puntos porcentuales en los aranceles, aumentó la productividad en 1%, mientras que una caída equivalente en los aranceles, generó un aumento de la productividad en 3% para todas las empresas y de 11% para las importadoras.

Villarroya, *et al.* (2006), comprueban, con datos de diez sectores industriales de Estados Unidos, Francia, Italia, Canadá, España y Finlandia, que el Valor Agregado Bruto (VAB) de la manufactura creció durante el período 1979-2001 a una tasa elevada. A su vez, el aumento de la productividad laboral en el período analizado, fue posible por la mayor dotación de capital y, sobre todo, por el aumento de la PTF;

en esta investigación se refleja el efecto del esfuerzo inversor en I+D nacional y foráneo y se corrobora la relevancia de la apertura comercial como mecanismo transmisor de la tecnología. Concretamente, la hipótesis se contrastó afirmativa y significativamente con signo positivo para el coeficiente del capital tecnológico internacional. A su vez, la hipótesis planteada respecto a intensidad de comercio se confirmó con la existencia y mejora del capital tecnológico proveniente del mercado internacional que se potencia con una mayor apertura de las importaciones.

Cin, *et al.* (2016) exploran las consecuencias de la implementación de ciertas políticas de promoción de I+D en el desempeño productivo de las pequeñas y medianas empresas manufactureras de la República de Corea para el periodo 2000-2007. La productividad laboral se estimó a partir de una muestra de 46, 921 empresas, de las cuales se distinguió entre las que recibieron algún subsidio para I+D y las que no. Por un lado, la productividad laboral está positivamente asociada con la intensidad del capital y negativamente afectada por el número de empleados, por otro lado, los resultados sugieren que los subsidios gubernamentales aumentan la productividad laboral indirectamente, a través de la simulación de inversión privada en I+D.

Rodríguez, *et al.*, (2016) midieron, para el sector de manufactura de México, los efectos de la inversión en herramientas tecnológicas sobre la desigualdad de la mano de obra medida en salarios y la productividad del trabajo, lo anterior se analizó a partir de un panel de datos integrados para 32 entidades federativas en los años de 1994, 2004 y 2009. En general, la investigación muestra que la inversión en tecnología influye en la productividad laboral de los dos tipos de personal

estudiados; esta desigualdad es originada por una disparidad en el monto de inversión en tecnología en cada tipo de personal. Lo anterior provoca que el personal administrativo y operativo, disminuya en el 2008 respecto de 1998.

Nolazco (2020) examinó los esfuerzos innovadores y nivel de exportaciones y su relación con la productividad en las firmas del sector manufactura de Perú, para ello se construyó un panel de datos de 2012-2014. En esta investigación se destaca el *learning by exporting* para el caso de la economía peruana manifestándose una relación directa de las exportaciones con los niveles de productividad, misma que es posible gracias a los beneficios obtenidos en I+D. importante destacar que se espera que al aumentar sus exportaciones de bienes tecnológicos los efectos sobre la productividad serán de la misma manera. El estudio señala que si aumentan las exportaciones de bienes tradicionales o no tecnológicos los niveles de productividad pueden sufrir disminuciones.

Tabla 21. Resumen de estudios sobre productividad en la industria manufacturera de las economías del APEC

ESTUDIO	PERIODO Y PAÍS	METODOLOGÍA	VARIABLES	
			Dependiente	Independientes
İşcan (1998)	1973-1990 47 sectores México	Estimador MCO y Método generalizado de momentos (GMM)	PTF	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capital ▪ Trabajo ▪ Materiales ▪ Liberalización comercial: tasas efectivas de protección, cuota de exportaciones y cuota de importaciones de bienes intermedios

Continuación tabla 21

Los & Verspagen (2000)	1974-1993 EE.UU.	MCO Estimador de efectos aleatorios	Productividad Cobb-Douglas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capital físico: planta neta, propiedad y equipamiento ▪ Trabajo: personas empleadas ▪ Capital tecnológico: Gastos directos e indirectos en I+D (inventario perpetuo) y depreciación
Pavcnik (2002)	1979-1986 Chile	MCO Estimador de efectos fijos	Productividad Cobb-Douglas	<ul style="list-style-type: none"> - Materiales, Mano de obra calificada y no calificada, Capital, Inversión, <i>Trade</i>: Firmas importadoras/exportadoras, <i>Trade Time</i>: orientación comercial de una planta en un año
Fragoso (2003)	1980-1998 México	Panel balanceado MCO modelo de efectos fijos	PFT	<ul style="list-style-type: none"> Liberalización comercial: (X/PIB) (M/PIB) y (X-M) /PIB -IED, Gasto en I+D Capacitación laboral: % con capacitación
Amiti & Konings (2005)	1991-2001 Indonesia	Olley-Pakes Estimador de efectos fijos	PTF	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capital, Trabajo, Arancel de entrada y salida en la industria, <i>Trade</i>: Firmas importadoras (>10% de su mp)
Villarroya, <i>et al.</i> (2006)	1979-2001 EE.UU., Canadá y 4 países europeos	Estimador de MCO Dinámicos	PFT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ VAB: índices de vol. ▪ Trabajo: horas. ▪ <i>Stock</i> de capital físico: inventario permanente. ▪ <i>Stock</i> de capital tecnológico foráneo y nacional ▪ Importaciones/PIB ▪ <i>Dummy</i>: <i>Stock</i> Tecnológico nacional

Continuación tabla 21

Cin, <i>et al.</i> (2016)	2000- 2007 Corea	Panel Dinámico Tobit/Logit-GMM	Productividad Laboral (VA/L)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ VA ▪ Intensidad de capital (K/L) ▪ Empleados ▪ Educación / gastos de capacitación por empleado ▪ Ventas ▪ I+D, I+D/L ▪ Subsidios de I+D (valores 1 y 0) ▪ Edad de la firma. ▪ <i>Dummy 1</i>: Industria ▪ <i>Dummy 2</i>: Año
Rodríguez, <i>et al.</i> , (2016)	1994, 2004 y 2009 México	Correlación Lineal de Pearson	Productividad Laboral	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trabajo calificado y no calificado ▪ Salarios y sueldos (per cápita) ▪ Valor Agregado ▪ Cambio Tecnológico: valor del equipo de producción, de cómputo, pago de regalías y servicios de comunicación.
Nolazco (2020)	2012-2014 Perú	MCO Estimaciones por quintiles	Productividad Laboral	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Valor Agregado ▪ <i>Stock</i> de capital y capital por trabajador ▪ Electricidad ▪ Cuota de mercado ▪ % de capital extranjero ▪ Xs innovativas ▪ Innovación tecnológica o no tecnológica medida por intensidad de gasto por trabajador ▪ b) Financiamiento para actividades de innovación y c) Trabajo calificado y no calificado

Fuente: Elaboración propia con base en la literatura revisada.

4.3. LA PRODUCTIVIDAD DE LA INDUSTRIA DE LA MADERA EN EL ÁMBITO INTERNACIONAL. ESTUDIOS DE CASO

Aunque los estudios acerca de la productividad de la industria de la madera, basados en análisis económico y con apoyo de métodos econométricos, no han experimentado un auge elevado, al revisar de los estudios disponibles fue necesario considerar literatura internacional para encontrar aquellos trabajos que se basaron en modelos econométricos aplicados a la productividad en dicha industria. A manera de resumen, se presentan las investigaciones revisadas (véase tabla 22).

Así, Barreto, *et al.* (1998) estudiaron la relación entre la gestión del bosque, la productividad y el costo de la tala en la región Amazonia; el objetivo de esta investigación fue mostrar los beneficios económicos de las actividades planeadas de extracción de madera frente a las no planeadas, enfatizando en las mejores prácticas de la región este de Amazonia. Los autores estimaron tres mediciones de la productividad: la productividad del trabajo medida por volumen (madera extraída por hora-persona), la productividad de la maquinaria, medida por hora-equipo por volumen de madera extraída y, finalmente consideraron la productividad de los *skidders*¹⁶, medida por el volumen de madera por hora-máquina. Se encontró que la productividad laboral es menor en operaciones de extracción planeadas puesto que los madereros minimizaron el daño a otros árboles, y que dicha productividad aumenta al agregar un empleado más. Sin embargo, la reducción de costos de una mayor productividad no compensa los costos de la planeación adicional, pero los

¹⁶ El *skidder* se refiere a un tractor forestal, que es la máquina más utilizada para la reunión y desembosque de la madera.

beneficios adicionales por la reducción en la pérdida de tiempo y desperdicio de madera, sí lo hace.

Para realizar las estimaciones pertinentes en el conocimiento del sector de la pulpa y papel de la India, Schumacher & Sathaye (1999), utilizaron herramientas estadísticas y econométricas. Sus resultados mostraron que la productividad decreció en el periodo observado, que va de 1973-1974 a 1993-1994, contexto de cambios estructurales y de políticas en el sector. Este decrecimiento se observó con un sesgo entre el incremento en el uso de energía y materiales, sobre las materias primas capital y trabajo. Para los autores, las políticas energéticas son cruciales, pues el aumento de los precios ha presionado a las empresas hacia una productividad menor, se sugiere la revisión de los subsidios energéticos e impuestos ambientales que permitan la salida de las pequeñas unidades menos productivas que más daño causan al sector.

Se expone la relación entre el trabajo y la energía utilizada en la producción del papel, Narayanan & Sahu (2013) realizaron un análisis econométrico de datos de panel para la India en el periodo 1992-2000. La intensidad de la energía se consideró como la razón de gastos sobre el consumo de energía y las ventas, mientras que la intensidad de trabajo tomó en cuenta la razón entre los sueldos y salarios y las ventas; además se consideraron las variables intensidad de capital: razón del total de capital empleado y el valor de la producción, intensidad de ganancias: ganancias después de ventas como razón de las ventas, edad de las empresas, tamaño de las mismas, medido por rango de ventas, intensidad de investigación: gastos en I+D como razón de las ventas, intensidad de tecnología:

gastos de importación de bienes de capital sobre volumen de ventas, así como dos variables *dummys*: propiedad de la empresa y registro en *Bombay Stock Exchange* (BSE). Los resultados de esta investigación sugieren que la intensidad de la energía utilizada es mayor para las empresas registradas en BSE, mientras que la intensidad de trabajo fue mayor para las empresas no registradas. Se encontró que la intensidad de trabajo tiene una relación negativa con la intensidad de la energía utilizada, lo cual sugiere una posibilidad de sustitución entre energía y trabajo para la industria del papel en la India.

Con énfasis en las economías ricas en recursos naturales, Farhadi, *et al.* (2015) probaron si las instituciones de libre mercado que protegen los derechos de propiedad y apoyan la libertad de elección e intercambio voluntario, pueden promover mejoras económicas (expresadas en crecimiento económico) y la prosperidad en las economías que usan determinados recursos naturales como fuente de materia prima. Estos autores miden la PTF desde la función de producción agregada $Y = AK^aL^{1-a}$ donde $A = PTF = y/k^a$, $Y = \text{Producto por trabajador } (Y/L)$ y k es *capital por trabajador* (K/L). Mediante estimaciones econométricas, sus resultados los llevaron a señalar que los efectos negativos de las rentas de los recursos sobre el crecimiento de la productividad, pueden volverse positivos en países con más libertad económica. Sin embargo, apuntan que las correlaciones positivas entre la medida utilizada de libertad económica y la productividad son restrictivas. En sus conclusiones señalan que la libertad económica puede facilitar la transferencia de tecnología extranjera que puede resultar muy importante para estimular el crecimiento en países ricos en recursos, pero tecnológicamente atrasados.

Tabla 22. Resumen de estudios sobre productividad internacional en la industria de la madera

ESTUDIO	PERIODO Y PAÍS	METODOLOGÍA	VARIABLES	
			Dependiente	Independientes
Barreto, <i>et al.</i> (1998)	- Brasil	MCO	Productividad: laboral	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Valor presente neto ▪ Volumen extraído (m³/ha) ▪ m³ derribados por persona ▪ Área basal extraída (m²/ha)
Schumacher & Sathaye (1999)	India 1973/74 1993/94	Función de producción Translog	PTF	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capital (Valor de la producción/K) ▪ Trabajo (Valor de la producción/L) ▪ Energía (Valor de la producción/E) ▪ Materiales (Valor de la producción/M)
Narayanan & Sahu (2013)	India 1992-2009	MCO Efectos aleatorios	Intensidad de energía	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Intensidad de trabajo ▪ Intensidad de capital ▪ Intensidad de tecnología ▪ Intensidad de beneficios ▪ Tamaño ▪ Edad ▪ Intensidad de Investigación
Farhadi, <i>et al.</i> (2015)	99 economías y 63 países desarrollados 1970-2010	Panel no Balanceado Método Generalizado de Momentos (GMM)	PTF (ln)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ RR: Relación entre las rentas por el uso del recurso y el PIB (▪ EF: Libertad Económica (Índice Fraser: tamaño de gobierno, derechos de propiedad, políticas de comercio internacional, acceso a dinero sólido y libertad de comercio). ▪ Variables de control: inversión, apertura, urbanización, bloqueos comerciales

Fuente: Elaboración propia con base en la literatura revisada.

4.4. LA PRODUCTIVIDAD DE LA INDUSTRIA DE LA MADERA EN EL APEC.

ESTUDIOS DE CASO

Para conocer lo que se ha trabajado sobre la productividad de la industria de la madera fueron revisadas las investigaciones más representativas que se han publicado para las economías que integran APEC, enfatizando en aquellos en los cuales se realizó el análisis de la productividad independiente de la herramienta metodológica empleada; el resumen de las variables involucradas se presenta en la tabla 23 (véase tabla 23).

En 1985, De Borger y Buongiorno, estimaron mejoras en la productividad total de los factores con datos referentes a la industria del papel y cartón estadounidense entre 1957 y 1981; para hacerlo, utilizaron una función de costo variable de la que derivaron dos versiones diferentes cada industria. El crecimiento fue positivo en el periodo en ambas industrias dependiendo de la versión de PTF utilizada, la diferencia recae en que la industria del cartón es más intensiva en energía y que el aumento sostenido de los precios de la energía en 1973 afectaron más que a la industria del papel. Sin embargo, las mejoras de la PTF para la industria del papel fueron de 2 por ciento más alta y las mejoras de la productividad del trabajo en ésta industria fue mayor que la del cartón.

Respecto a los usos de la tecnología utilizada para la cosecha de madera en los EE.UU. y sus efectos sobre el trabajo, Stier (1982) estimó los parámetros referentes a la tecnología, tomando como eje de análisis los modelos de costos. Sus resultados indicaron que $e < 1$ en la tasa marginal de sustitución técnica entre el capital y trabajo en la industria de la madera estadounidense, está muy por debajo de la unidad; ésta

conclusión muestra que en la silvicultura, el progreso tecnológico en la forma de menos trabajo por mayor uso de equipo tecnológico, está reduciendo la participación del trabajo en la generación de mayores ingresos.

Es estudio realizado por Nautiyal & Singh (1986) estudiaron la productividad parcial de los factores para la industria canadiense del papel; usando una función de costo *translog* buscaron determinar la mejor combinación de insumos para los cuales derivaron productividades parciales hipotéticas para cada factor. Observaron que la productividad anual promedio del trabajo y del capital fueron positivas, mientras que las de los materiales y energía fueron negativas. El comportamiento de la productividad fue menor que las estimaciones para el largo plazo.

En los años noventa, Frank *et al.* (1990) estudiaron las tendencias en la productividad de la industria del papel en Canadá, estimando las productividades total y parciales con un método no paramétrico con funciones de costo variable y función *translog*. La productividad total de los factores fue de 1.2 por ciento y las productividades promedio anuales del trabajo, la energía y el material fueron positivas; encontraron indicios de que los crecimientos de los insumos de capital no eran óptimos, lo que implicaba un exceso de la capacidad de la industria, los mejores comportamientos en cuestión de productividad se debieron a las economías de escala y el cambio técnico sólo representó 0.32 por ciento del 1.2 por ciento.

Fleisher *et al.*, (1996) estudiaron el efecto de la educación y organización empresarial sobre la productividad laboral en la industria del papel en China.

Estimaron que el aumento de la productividad laboral fue de 6.4 por ciento entre 1985 y 1990; cuando compararon diferentes métodos de distribución de ganancias, encontraron que ninguno de ellos contribuía más a la productividad laboral; sin embargo, los autores encontraron que el nivel de propiedad sí tuvo impacto sobre la productividad laboral; sugirieron que la propiedad en un nivel más bajo de gobierno (municipal versus provincial) inducía un mayor esfuerzo por parte de los trabajadores ya que los excedentes van a las autoridades regionales.

Kant y Nautiyal (1997) se interesaron por la PTF del sector de la madera en Canadá; descompusieron la PTF en dos componentes: el efecto escala y el cambio técnico usando una función de costo *translog*. Encontraron que el cambio técnico le permite al trabajo y al capital ahorrar, mientras aumentó el uso de energía y materiales en el periodo estudiado; también encontraron que un efecto en el cambio técnico continuamente negativo que redujo el crecimiento de la PTF, el cual fue positivo sólo en 9 de los 29 años analizados, sin ello significar que la tecnología se esté deteriorando. Los años donde los aumentos en la PTF ocurrieron (60's y 70's) fueron debido a que los sitios de explotación eran relativamente más accesibles. Sugirieron que la tecnología debe ser una prioridad para la industria.

En relación con las reducciones a la capacidad de crecimiento de la industria del papel estadounidense, McCarthy & Urmanbetova (2009) analizaron los cambios estructurales de la misma y, basándose en datos agregados de 1965 a 1996, estimaron una función de costo *translog* de corto plazo, para la industria. El modelo estimado produjo hallazgos importantes como el que la industria operó con rendimientos ligeramente crecientes de la utilización del capital y la mano de obra y

la energía son complementos en una parte y sustitutos para otra. El progreso tecnológico generó una reducción del 0.02 por ciento en los costos operativos anuales y los costos marginales estimados se aproximaron a los costos operativos promedio, hasta 1982, después de lo cual, los costos marginales divergieron significativamente de los operativos promedios.

Tabla 23. Resumen de estudios sobre productividad en la industria de la madera de las economías de APEC

ESTUDIO E INDUSTRIA	PERIODO Y PAÍS	METODOLOGÍA	VARIABLES	
			Dependiente	Independientes
De Borger (1985) <i>Paper industry</i>	EE.UU. 1958-1981	Función de costo variable	Productividad	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capital, ▪ Energía y materiales ▪ Trabajo
Stier (1982) <i>Timber Industry</i>	EE.UU. 1951-1974	MCO Basada en la función de producción de elasticidad constante (CES)	Sustitución técnica de capital por trabajo (K/L)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Factor de precios relativos (P_L) ▪ Factor de eficiencia relativa (P_K): VA-salarios. ▪ Stock de capital=inventario perpetuo (cuasi-renta bruta/VA) ▪ Insumo mano de obra= Sueldo nómina, salarios anuales
Nautiyal y Singh (1986) <i>Pulp and Paper industry</i>	Canadá 1956-1982	Función de costo traslog	Productividad Parcial	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Materiales ▪ Energía ▪ Capital ▪ Trabajo
Frank, <i>et al.</i> (1990) <i>Pulp and paper industry</i>	Canadá 1963-1984	Función de costos variable y total translog	PTF PP	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capital ▪ Trabajo ▪ Capacidad de utilización ▪ Energía

Fleisher, <i>et. al</i> (1996) <i>Paper industry</i>	China 1985-1990	Función de producción Cobb- Douglas traslog	PTF	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capital fijo ▪ Equipo ▪ Empleados con educación básica, con educación media y superior ▪ Bienes intermedios ▪ Propiedad de las empresas ▪ Distribución de ganancias
Kant & Nautiyal (1997) Industria madera	Canadá 1963-1992	Función de costo traslog y método iterativo de Zellner	PTF	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Precio del capital (K) ▪ Precio de materiales (M) ▪ Precio de Energía (E) (índice de precios de productos petroleros) ▪ Precio del trabajo (L) (calculado a través del índice Tornqvist- divisa index)
McCarthy & Urmanbetova (2008) Industria del cartón	EE.UU. 1965-1996	Función de costo traslog Regresión aparentemente no relacionada (SUR)	Producto real	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stock de Capital ▪ Precios de los Insumos intermedios ▪ Costo de materiales ▪ Beneficios complementarios ▪ Nómina con y sin beneficios ▪ Costos de energía ▪ Precio del trabajo ▪ Participación de la entrada de materiales

Fuente: Elaboración propia con base en la literatura revisada.

4.5. LA PRODUCTIVIDAD Y DEGRADACIÓN AMBIENTAL. ESTUDIOS DE CASO

La preocupación por el cambio climático se ha vuelto cada vez más un interés de investigación en la comunidad académica, al respecto numerosas investigaciones se han desarrollado para analizar los impactos económicos sobre el medio ambiente. Considerando que la productividad es el mayor determinante del crecimiento económico, se entiende que una menor productividad también significa un menor crecimiento, el resumen de los estudios empíricos revisados se puede ver en la tabla 24.

Roy, *et al.* (1999) estudiaron los sectores de la economía India con uso más intensivo de energía (industria del aluminio, cemento, fertilizantes, hierro y acero y papel), con la finalidad de analizar la productividad mediante el uso de métodos econométricos. Sus estimaciones indicaron que aumentos en los precios de la energía pueden ser una política efectiva de abatimiento a las emisiones de carbono en la India. Además de lo anterior, sus resultados sugieren que dichas políticas pueden tener efectos negativos de largo plazo en la productividad de estos sectores, ya que las posibilidades de sustitución son relativamente débiles.

El estudio de Farhadi, *et al.* (2015), su objetivo fué hacer un análisis de la productividad en función de la libertad económica, como parte de sus estimaciones econométricas, los resultados mostraron fuerte evidencia de que el impacto de los recursos naturales sobre el crecimiento, mejora en relación directa con la libertad económica. A partir de lo anterior, señalan como un hallazgo importante la calidad de las instituciones como factor determinante, ya que las instituciones que favorecen

los acaparadores fomentan las actividades improductivas, que pueden conducir a un menor crecimiento, mientras que las instituciones favorables a los productores, estimulan la competencia y la producción, lo que puede mejorar el crecimiento.

Para destacar la importancia de la posesión de recursos naturales en una economía, Badeeb & Lean (2017) buscaron, como uno de sus objetivos de investigación, identificar la relación existente entre la dependencia de recursos naturales y la productividad, basándose en Yemen para el periodo 1980-2012. Los autores usaron la PTF como la parte del producto que no se explica por los insumos usados en la producción, de esta manera los aumentos en la PTF contribuyen a un mayor monto de VA para la economía. Parten de la función de producción Cobb-Douglas $Y = AK^aL^{1-a}$ donde $A = PTF = y/k^a$, $Y =$ Producto por trabajador (Y/L) y k es capital por trabajador (K/L). A es el conjunto de la participación en la renta del capital para Yemen es 0.3 y K se construye con el método de inventarios perpetuos $K_t = I_t + (1-\theta)K_{t-1}$ donde I es la inversión real y θ es la depreciación. Los hallazgos de esta investigación sugieren que la dependencia del uso de recursos naturales en Yemen, está negativa y significativamente relacionada con la productividad, en relación con el desarrollo de la banca se encontró que un mejor sistema de apoyo financiero, reduce las consecuencias negativas de la dependencia de recursos naturales sobre la productividad, ello puede deberse a los mecanismos de monitoreo y a la reducción de riesgos.

Tabla 24. Resumen de estudios sobre productividad y degradación ambiental

ESTUDIO	PERIODO Y PAÍS	METODOLOGÍA	VARIABLES	
			Dependiente	Independientes
Roy, <i>et al.</i> (1999)	1973-1993 India	Modelo de producción Traslog	PTF (Q)	- K: capital sectorial - L: mano de obra sectorial - E: energía - M: materiales
Farhadi, <i>et al.</i> (2015)	99 economías y 63 países desarrollados 1970-2010	Panel no Balanceado Método Generalizado de Momentos (GMM)	PTF (ln)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ RR: Relación entre las rentas por el uso del recurso y el PIB (▪ EF: Libertad Económica (Índice: tamaño de gobierno, derechos de propiedad, políticas de comercio internacional, acceso a dinero sólido y libertad de comercio). Variables de control: inversión, apertura, urbanización, bloqueos comerciales
Badeeb & Lean (2017)	1980-2012 Yemen	Modelo auto regresivo de rezagos distribuidos (ARDL)	PTF	<ul style="list-style-type: none"> - K: construido con el método de inventario perpetuo - L: Total de fuerza laboral - Dependencia de recursos naturales: Relación entre Xs del recurso natural (además de otras subvenciones e impuestos e ingresos por recursos naturales) y PIB, - Indicadores de desarrollo de la banca en Yemen ▪ Gasto en educación, variable <i>proxy</i> de capital humano.

Poudel <i>et al.</i> (2009)	América Latina y el Caribe	Panel de datos Modelo de efectos fijos	Ingreso <i>per</i> <i>cápita</i>	Emisiones de CO2
He y Wang (2011)	74 ciudades chinas	Panel de datos	Ingreso <i>per</i> <i>cápita</i>	- Estrategia de desarrollo - Estructura económica - Regulación ambiental - Contaminación: total de partículas suspendidas, dióxido de sulfuro y óxido nitroso
Farhadi, <i>et al.</i> (2014)	14 países del Medio Oriente y el Norte de África	Panel de datos	Ingreso <i>per</i> <i>cápita</i> y desarrollo humano	- Emisiones - Energía - Comercio - Manufactura de valor agregado - Leyes

Fuente: Elaboración propia con base en la literatura revisada.

A manera de resumen del capítulo y, pretendiendo poder evaluar el tratamiento que, en las investigaciones revisadas ha tenido lugar en el estudio de la productividad, se resume una tabla con las variables utilizadas considerando la frecuencia en que fueron encontradas (véase tabla 25).

Tabla 25. Frecuencia de uso de variables

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Capital	////////////////////	79
Trabajo	////////////////////	75
Investigación y desarrollo e innovación	//////////	40
Incentivos, capacitación, satisfacción laboral	//////////	32
Energía	//////////	26
Valor agregado	//////////	26
Cuota de importaciones y/o exportaciones	//////////	24
Materiales	//////////	24
Apertura comercial	//////////	21
Tipo de cambio	//////////	21
Inversión extranjera directa	//	6
Financiamiento y desarrollo de la banca	//	6

FUENTE: Elaboración propia con base en la revisión de la literatura.

Se observa que la mayor frecuencia en la revisión de las variables se enfoca en los estudios que revisaron los factores capital y trabajo como parte central de su análisis, así como el uso de la variable de investigación y desarrollo o la de innovación, según el tratamiento que los diferentes autores brindaron a sus datos. Es a partir de nuestro análisis de frecuencias que se propone el uso de las variables a utilizar para la investigación sobre la productividad sostenible en la industria de la madera de México y las economías que integran el Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífica en el periodo 1990-2019.

CAPÍTULO 5.

PRODUCTIVIDAD SOSTENIBLE Y MODELO ECONOMÉTRICO: ELEMENTOS METODOLÓGICOS

En este capítulo se describen los aspectos metodológicos que han apoyado a la investigación sobre la productividad sostenible enfocada en el conocimiento de la industria de la madera en las economías de APEC, así como las mediciones involucradas, variables y métodos aplicados. En primer lugar, se plantea una definición sobre el concepto y la construcción del índice de productividad sostenible, posteriormente se presenta la econometría, así como los fundamentos del modelo de regresión y del modelo de datos de panel. Finalmente se revisan los métodos de estimación y se termina con la revisión de algunas de las pruebas de significancia necesarias.

5.1. ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD SOSTENIBLE

Si bien el concepto de la competitividad espuria *versus* la competitividad auténtica o genuina planteado por Fajnzylber (1988) destaca el bajo esquema de salarios y el tipo de cambio sobrevaluados, también se encuentra el enfoque basado en el uso de recursos naturales con ventajas comparativas estáticas. Investigaciones alrededor de industrias cuya actividad se centra en el uso de algún bien público, como lo es la industria basada en la explotación forestal, no se han podido verificar en la revisión de literatura empírica.

En la revisión de los trabajos empíricos que versan sobre la productividad y la degradación ambiental se mostró en su mayoría, resultados en torno a los impactos del uso de recursos forestales sobre la productividad, resultando la evidencia en una relación negativa entre productividad y el uso de tales recursos (Farhadi, *et al.*, 2014; Roy, *et al.*, 1999; Badeeb & Lean, 2017). En industrias que se sostienen a partir del aprovechamiento de los recursos comunes los cambios en su uso para la producción, o los cambios en su calidad, pueden reducir irreversiblemente la capacidad de producción en el futuro su productividad (Arrow *et al.* 1995).

Un análisis objetivo para este tipo de industrias, debe acentuar entonces lo que podría considerarse como productividad espuria frente a la productividad auténtica o sostenible.

A partir de lo anterior, en base a los aportes de Sumanth (1990) y Fajnzylber (1988), y a manera de propuesta para la presente investigación, se define a la '*Productividad Sostenible*' como: la utilización eficiente de los factores para producir

bienes y/o servicios sin comprometer la base de los recursos disponibles (Navarro, *et. al*, 2022).

Para la medición de la productividad sostenible como variable dependiente en la presente investigación, en un primer momento se considera la construcción de un índice mediante el cual se obtendrán datos respecto a si la productividad en el uso del recurso en la industria de la madera se da de manera sostenible o de forma espuria (Navarro, *et. al*, 2022).

A partir de lo anterior, para realizar la medición de la PTF, se integra el análisis de la utilización eficiente de los factores en la producción de bienes y/o servicios, sin comprometer la base de los recursos disponibles, como se ve en la siguiente ecuación (Navarro, *et. al*, 2022):

$$IPS = (IP) (IRA) \quad (5.1)$$

Donde:

IPS = Índice de productividad sostenible.

IP = Índice de productividad parcial del trabajo.

IRA = Índice de regeneración ambiental como factor de capacidad de regeneración ambiental.

Con este indicador (IPS), se pueden reflejar los cambios por parte de los niveles de productividad que se derivan de una productividad laboral y de unas consecuencias por el uso o aprovechamiento del recurso forestal. De esta manera se puede

conocer la productividad auténtica para la industria de la madera bajo las siguientes anotaciones (Navarro, *et. al*, 2022):

Si $IPS = IP$, existe una productividad sostenible de equilibrio.

Si $IPS > IP$, existe un aumento en la productividad auténtica.

Si $IPS < IP$, existe una productividad espuria.

Una productividad sostenible de equilibrio representa a aquellas economías que han reportado la existencia de una productividad en la industria de la madera, misma que se logró de la mano con el uso sostenible del recurso forestal que se mantiene en el periodo analizado.

La productividad auténtica va a estar presente para aquellos casos en donde sí se registran mejoras en los niveles de productividad y que además éstas mejoras se han acompañado de un uso responsable (sostenible) de los recursos naturales que provee el bosque y que como consecuencia de lo anterior, existe un superávit del recurso que va en tendencia creciente (Navarro, *et. al*, 2022).

Por otro lado, la productividad espuria, se refiere a aquellas mejoras en la productividad que se perciban en la industria objeto de nuestro estudio, pero que se ha venido logrando a expensas de una reducción del propio recurso forestal y cuya regeneración es más lenta que su velocidad de agotamiento. Se trata de economías que no consideran la sostenibilidad en el desarrollo de esta actividad industrial y por tanto cuentan con un déficit del recurso (Navarro, *et. al*, 2022).

Los componentes del IPS se explican en la siguiente sección.

5.1.1. COMPONENTES DEL ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD SOSTENIBLE

Para la obtención del IPS es necesario tomar en cuenta el IP, que representa el Índice de Productividad y está dado por el valor agregado de la industria entre la mano de obra de la misma; es decir, la productividad parcial del trabajo, y se expresa en la ecuación siguiente:

$$IP = \frac{VA}{L} \quad (5.2)$$

Donde:

IP= índice de productividad parcial del trabajo.

VA= valor agregado.

L= mano de obra

Este índice mide la productividad con la cual se contrastarán los valores correspondientes al aprovechamiento forestal sostenible. Una vez calculada la productividad, se debe proceder al conocimiento conocer de sus capacidades en cuanto al tipo de uso del recurso sostenible o espurio. En lo que concierne a la actividad industrial que utiliza recursos comunes como su materia prima básica, los propios datos sobre la evolución no pueden indicarnos los cambios que se han ido manifestando en términos de la calidad de cada recurso por ejemplo (Topp, 2013).

Es por ello que se construye simultáneamente el IRA, el cual es un Índice de Regeneración Ambiental que habrá de obtenerse tomando en cuenta los niveles de aprovechamiento forestal, que se realizan de manera sostenible.

Para poder elaborar el índice de regeneración ambiental (IRA), es necesario tomar en cuenta la diversidad de indicadores que procesan avances periódicos y con metodologías fiables en términos de deterioro ambiental, tales como el índice de desempeño ambiental (EPI) construido por la universidad de Yale, el índice de sostenibilidad ambiental (ISA) que precedió al EPI, el índice global de economía verde (GGEI) que se elabora desde 2010 y el índice del planeta vivo (LPI) que se enfoca en el estado de la biodiversidad del mundo (Navarro, *et. al*, 2022).

Sin embargo, han sido las mediciones que realiza la huella ecológica, las cuales procesa y publica *Foot Print Data Foundation* (FODAFO, 2020) las utilizadas como base de datos principal, ello debido a que sus mediciones toman en cuenta bases de datos confiables y formales que evalúan el uso de recursos comunes y la capacidad de dichos recursos de las naciones a lo largo del tiempo.

Estas cuentas utilizan las bases de datos de las Naciones Unidas incluyendo datos de referencia publicados por la FAO, la base de datos de estadísticas de comercio de productos básicos de las naciones unidas y la división de estadísticas de las naciones unidas, así como la agencia internacional de energía (Navarro, *et. al*, 2022).

A partir de lo anterior, se presenta el cálculo del indicador de la siguiente manera:

$$IRA = \frac{\text{Biocapacidad}}{\text{Huella Ecológica}} \quad (5.3)$$

Cada economía tiene unas determinadas necesidades, pero no todos los lugares o países producen la misma cantidad de recursos o tienen capacidad de asimilar todos los residuos que se generan.

Biocapacidad

De acuerdo con Navarro, *et. al*,(2022) la biocapacidad hace referencia a la habilidad con que cuentan los ecosistemas para producir materiales biológicos útiles y para absorber los desechos generados por los humanos, utilizando tecnologías de administración y extracción actuales, se expresa en hectáreas globales (gha¹⁷) (FODAFO, 2022). Para ello se consideran las siguientes superficies biológicas:

- Tierras de cultivo
- Los bosques
- Tierras de pastoreo
- Mar: respecto a la pesca.
- Áreas urbanizadas y para infraestructuras.

Su metodología para la medición es la siguiente:

$$\text{Biocapacidad} = \frac{\sum(A_n * YF_n * EQF_n)}{p} \quad (5.4)$$

Donde:

¹⁷ De acuerdo con FODAFO (2021) gha es una hectárea biológicamente productiva con una productividad biológica media mundial para un año determinado.

A = área (ha) de determinada superficie bioproductiva n , la cual es de interés en el análisis, a saber: cultivos, bosques, tierras de pastoreo, actividades marítimas relacionadas con la pesca y áreas disponibles para urbanización (Navarro, *et. al*, 2022).

YF = factor de productividad especificado para determinada clasificación de suelo. Es la razón de las productividades promedio tanto nacional como mundial medida en hectáreas globales (h_w) por hectáreas nacionales (h_n). Es calculado en términos de disponibilidad anual de productos útiles como $YF_n = \frac{Y_n}{Y_w}$, donde Y_n es el rendimiento nacional y Y_w el rendimiento mundial. Para el estudio de las áreas forestales, por ejemplo, se calcula dividiendo el incremento nacional anual neto de bosques, por el incremento mundial anual (Navarro, *et. al*, 2022).

EQF = representa un factor de equivalencia específico que se obtiene en función del área correspondiente al uso de suelo analizado, mismas que son convertidas en función del análisis de suelo y en función de sus respectivas productividades promedio mundiales en áreas que se miden bioproductivamente en términos de un promedio globales (gha) (Navarro, *et. al*, 2022).

Para la obtención de éste EQF se ponderan las áreas de tierra tomando en cuenta qué tan idóneas son al considerar su capacidad para poder producir recursos utilizables. Considerando lo anterior, se puede medir un índice de idoneidad expresado en valores promedio mundiales para un uso de suelo de particular interés y así relacionarlo con el propio índice de idoneidad también

expresado como promedio pero que incorpora para todos los tipos de suelo. Los valores arrojados por dicho indicador oscilan entre 10 para aquellas tierras que no resultan ser tan idóneas para determinadas actividades productivas, hasta valores de 90, que serán aquellas tierras más propias para realizar determinada actividad productiva¹⁸. Se considera la cantidad de biomasa producida y la calidad de la misma mediante el cálculo de la producción primaria neta (NPP) usando índices de sustentabilidad del modelo de *Global Agro-Ecological Zones* (GAEZ, 2000) y datos sobre las tierras forestales publicados por parte de FAOSTAT (2007).

n = tipo de suelo dado que puede ser utilizado para: cultivos, bosques, pastor, mar y tierra urbanizada.

p = población total para una economía dada.

La biocapacidad en la que se enfoca la presente investigación, es la que se refiere particularmente al bosque y ésta se obtiene al multiplicar el área total disponible (A), por el factor de productividad (YF) y por el factor de equivalencia (EQF). El valor para A es tomado del mapa de deforestación del ministerio de medio ambiente, el factor YF se calcula dividiendo el incremento nacional anual neto de bosques por el incremento mundial anual neto de bosques y el EQF está dado por *Global Footprint Network*.

¹⁸ El índice se clasifica como sigue: muy idóneo -90, idóneo -70, moderadamente idóneo -50, marginalmente idóneo -30 y no idóneo -10 (Navarro, *et. al*, 2022).

Huella Ecológica

De acuerdo con FODAF (2022), la huella ecológica forestal mide las cosechas anuales de madera para suministrar productos forestales, se obtiene rastreando el área biológicamente productiva que se requiere para cubrir óptimamente la demanda de este tipo de recursos, tomando en cuenta el incremento anual neto de madera comercializable por hectáreas.

El análisis de estas demandas incluye 13 productos primarios de madera y tres combustibles derivados, así como los flujos comerciales de 30 productos de madera y tres combustibles, espacio para el cultivo de alimentos, la producción de fibra, la regeneración de la madera, la absorción de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) de la quema de combustibles fósiles y la acomodación de la infraestructura construida¹⁹. El consumo de una economía dada se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Consumo} = \text{Producción} - \text{Exportación} + \text{Importación} \quad (5.5)$$

En la ecuación anterior y como se señala en Navarro *et. al* (2022) para el cálculo de las necesidades de consumo se considera la producción y las emisiones de carbono que dicha producción involucra, así como el comercio de insumos tanto los que se exportan como los que se importan. La demanda de consumos así calculados, éstos se deben transformar en una unidad equivalente a la superficie que resulta

¹⁹ Debido a la limitación de los datos, las cuentas no distinguen entre bosques para productos forestales, para la absorción de carbono a largo plazo o para reservas de biodiversidad.

necesaria para poder responder a la demanda promedio de cada habitante en el sector de interés, para ello los valores a utilizar son los siguientes:

$$\text{Huella Ecológica} = \left(\frac{\text{Consumo}}{\text{Productividad}} \right) \text{EQF} \quad (5.6)$$

Donde:

EQF= factor de equivalencia específico y que permite convertir el área real en hectáreas de diferentes tipos de uso de los suelos en sus equivalentes hectáreas globales en el mismo sentido utilizado en la ecuación (5.4) se debe tomar en cuenta que, para los valores de productividad en la metodología estándar de FODAFO, se opta por el uso de factores de productividad globales, se suele expresar en gha por habitante por año y esta información da cuenta de la cantidad de unidades consumidas del bien contabilizado y las productividades natural y energética de dichos bienes (Navarro, *et. al*, 2022).

Como se presenta en Navarro, *et. al* (2022) los datos utilizados para la presente investigación, toman como referencia los reportes sobre la huella ecológica registrados para el sector forestal, lo anterior es posible dado que el indicador de la huella ecológica desagrega al sector forestal, como parte de su metodología de cálculo. Al hacer referencia al sector forestal se entiende que se considera la superficie que ocupan los bosques, medida en hectáreas independientemente de la naturaleza de dichos bosques, ya que éstos pueden ser de crecimiento natural o de crecimiento debido a actividades de reforestación, estos serán de interés para la

investigación mientras que sean áreas con potencial de explotación para usos productivos (FODAFO, 2022).

Cuando algunos países utilizan más recurso del que hay en su territorio, se dice que poseen déficit ecológico. El déficit ecológico es la cantidad de tierra productiva que hace falta para dar respuesta a las necesidades de una población determinada y que sobrepasa la biocapacidad de la zona en la que viven (FODAFO, 2022).

Con la finalidad de conocer si una región es sostenible por sí misma, es decir si puede mantenerse por sí misma sin necesidad de apropiarse de recursos que no le pertenezcan, es preciso comparar la huella ecológica y la biocapacidad de la región de interés. Si la huella ecológica es mayor que la capacidad de carga significa que hay déficit ecológico, la región no es autosuficiente porque consume más recursos de los que dispone, por el contrario, si no la sobrepasa, la región es sostenible o autosuficiente (FODAFO, 2022).

La posibilidad de un desarrollo sostenible en el futuro pasa necesariamente por reducir la huella ecológica media, de un modo equitativo, hasta ajustarla lo más posible a la biocapacidad del planeta (FODAFO, 2022).

Los resultados para el IRA, a partir de los elementos técnicos que se han incorporado dentro de las variables que lo integran, se pueden interpretar a partir de la razón entre la capacidad con que cuenta determinada zona para poder regenerar el recurso forestal utilizado y la explotación de dicho recurso derivada de las actividades humanas (Navarro, *et. al*, 2022).

Por tanto, el valor de este indicador nos reportará la existencia o ausencia de dicha capacidad de regeneración ambiental en las economías estudiadas:

Si $IRA > 1$, este valor significa que se está en presencia de una capacidad de regeneración ambiental que va en aumento.

Si $IRA = 1$, significa que la regeneración ambiental se da de forma equilibrada con la explotación del recurso.

Si $IRA < 1$, significa la existencia de un déficit del recurso forestal o una regresión de la capacidad con que cuenta el recurso para poder regenerarse.

5.2. MODELOS ECONÓMICOS DE DATOS DE PANEL

Dada la poca existencia de mediciones que aborden la problemática de la industria de la madera en las economías de APEC, sobre todo en términos de las productividades en dicho sector, se retoman en este apartado, los postulados teórico-metodológicos de la productividad, enfatizando en aquellos elementos que nos llevarán a su medición.

Como propuesta para la presente investigación, una vez obtenida nuestra variable dependiente (IPS), es seguir la metodología econométrica de datos de panel, con la cual es posible identificar los factores determinantes de la productividad sostenible que se dan en la industria de la madera, no sólo referente a México, sino también a las economías del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico, entre 1990 y 2019.

5.2.1. LA ECONOMETRÍA Y SU DEFINICIÓN CONCEPTUAL

Etimológicamente, el término «econometría» significa «medición económica» y manifiesta su carácter esencialmente cuantitativo, si bien el alcance de esta disciplina es mucho más amplio. En este sentido, Tinbergen (1968, p. 74) sugiere que «la Econometría, resultado de cierta perspectiva sobre el papel que desempeña la Economía, consiste en la aplicación de la Estadística Matemática a la información económica para dar soporte empírico a los modelos construidos por la Economía Matemática y obtener resultados cuantitativos».

Gujarati (2010) define a la econometría como el análisis cuantitativo que resulta de la aplicación de la estadística inferencial y la economía matemática sobre datos económicos, con objeto de contrastar empíricamente leyes y teorías económicas, generando con ello resultados numéricos. Es así como, él enfatiza en el hecho de que todo modelo econométrico se realiza teniendo como base o fundamento alguna teoría económica, a fin de contrastarla empíricamente con los fenómenos presentes en la realidad, a través de datos económicos; por tanto, estos representan el insumo básico de toda medición.

En cuanto al objetivo de la econometría, Schumpeter (1933), con su participación en *Econometrica* señala que tiene un propósito científico encaminado a la construcción de la teoría económica del futuro, mediante la incorporación de los métodos cuantitativos en el análisis de los fenómenos económicos. Bajo este planteamiento sintético de teoría y realidad, la modelización econométrica

constituye la única vía existente para abordar el estudio riguroso de los fenómenos económicos.

5.2.2. FUNDAMENTOS DEL MODELO DE REGRESIÓN

El análisis econométrico involucra cuatro etapas iniciales, siendo la primera de ellas la especificación del modelo, la segunda es la estimación del modelo, la verificación se encuentra en tercer lugar y finalmente la predicción. El modelo econométrico es el modelo económico que contiene las especificaciones necesarias para su validación empírica.

De acuerdo con Gujatari y Porter (2010) toda medición econométrica involucra el análisis de regresión, el cual se apoya en el concepto matemático de función, en el que se tiene una variable dependiente (o explicada) y un conjunto de variables independientes (o explicativas) con el fin de estimar los coeficientes o parámetros de dicha función y efectuar predicciones. Podemos decir que su objetivo fundamental es el estudio de la dependencia de una variable, llamada explicada, respecto de una o más variables llamadas explicativas.

Resulta fundamental explicar que la regresión nos ayuda a identificar si existe o no una relación de dependencia entre variables objeto de investigación. Una línea de regresión es la unión de los puntos que representan los valores esperados de la variable dependiente Y , dados los valores de las variables independientes X . Esta línea se puede construir a partir del diagrama de dispersión conformado por datos poblacionales, en cuyo caso se conocería como función de regresión poblacional, pero si se construye con datos muestrales la función es de regresión muestral.

La función de regresión poblacional general puede expresarse como:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_i + u_i \quad (5.7)$$

Donde:

Y = Variable dependiente

β_1 = Parámetro para el intercepto

β_2 = Parámetro para la pendiente

X_i = Variable independiente

u_i = término de error o perturbación

Los resultados obtenidos de la regresión se caracterizan por una serie de supuestos importantes que recaen sobre el término u_i :

Supuesto 1. El modelo de regresión es lineal en los parámetros, aunque puede no serlo en las variables.

Supuesto 2. Los valores de X son fijos en muestreos repetitivos. Se supone que x es no estocástica.

Supuesto 3. La media de u_i es igual a cero, es decir $E(u_i / X_i) = 0$, lo que implica que los factores que no están incluidos en el modelo y que, por tanto se encuentran en u_i , no afectan sistemáticamente el valor de la media de Y .

Supuesto 4. Hay homoscedasticidad o varianza constante de u_i , sin importar el valor de X .

Supuesto 5. No hay autocorrelación entre las u_i . Por cada observación de X_i , los términos de error son independientes entre sí o no están correlacionados.

Las perturbaciones no deben seguir un patrón sistemático.

Supuesto 6. El número de observaciones n debe ser mayor que el número de parámetros a estimar.

Supuesto 7. Variabilidad de los valores de X . Se requiere que no todos los valores de X en una muestra dada sean iguales. Así mismo, si las variaciones entre los valores de X son mínimas, no será posible estimar la mayor parte de los cambios de Y con un análisis de regresión.

Cuando el modelo de regresión cumple con los anteriores supuestos se le conoce como modelo de regresión clásico y tiene las siguientes propiedades: los estimadores son MELI (mejores estimadores lineales insesgados). Si se agrega el supuesto de normalidad de los errores, los estimadores son MEI (mejores estimadores insesgados) y por lo tanto seguirán distribución normal. Con ello, los intervalos de confianza, las predicciones y las pruebas de hipótesis tienen validez estadística.

5.2.3. EL MODELO DE DATOS DE PANEL

En los análisis que corresponden a modelos econométricos con datos de panel, la misma unidad de corte transversal es estudiada a lo largo del tiempo y permite la existencia de variables específicas por unidades o por países dependiendo del interés del investigador, pudiendo considerar la heterogeneidad existente no observable (Gujarati & Porter, 2010).

Esta técnica permite realizar un análisis más dinámico al incorporar la dimensión temporal de los datos, lo que enriquece el estudio, particularmente en periodos de grandes cambios. La aplicación de esta metodología, permite analizar dos aspectos de suma importancia cuando se trabaja con amplias bases de datos (Baronio & Ana, 2014):

- a) Los efectos individuales específicos.
- b) Los efectos temporales.

La estimación panel permite que el número limitado de observaciones no sea un obstáculo y que, por el contrario, se puedan obtener estimaciones que sí aprovechan la información disponible a nivel de corte transversal (Pastrana, 2003).

Se parte de la especificación general de un modelo de datos de panel (Gujarati & Porter, 2010):

$$Y_{it} = a_{it} + \beta_1 X1_{it} + \beta_2 X2_{it} + \dots + \beta_n Xn_{it} + u_{it} \quad (5.8)$$
$$i = 1, 2, 3, \dots n$$
$$t = 1, 2, 3, \dots T$$

Donde:

El subíndice i es el i ésimo sujeto, individuo o unidad de estudio (corte transversal) y t representa el periodo para las unidades estudiadas en el tiempo.

a = Vector de interceptos que puede contener entre 1 y $n + t$ parámetros.

β = Vector de k parámetros.

X_{it} , = iésima observación al momento t para las k variables explicativas el modelo X_1, X_2, \dots, X_n .

u_{it} = Término de error o perturbación del modelo.

En este caso, la muestra total de las observaciones del modelo, viene dado por $n \times T$.

Se supone que las variables explicativas no son estocásticas, si lo son, no están correlacionadas con el término de error. También se supone que el término de error es $u_{it} \sim iid(0, \sigma_u^2)$, es decir, distribuido de manera independiente e idéntica, con media cero y varianza constante.

A partir de este modelo general y, con base en ciertos supuestos y restricciones acerca del valor de algunos de los psrámetros, se pueden derivar algunas variantes de este modelo.

5.2.3.1. Alcances y Limitaciones de los Datos de Panel

La técnica de datos de panel permite realizar un análisis más dinámico al incorporar la dimensión temporal de los datos, lo que enriquece el estudio, particularmente en periodos de grandes cambios. Además, ofrece el poder de análisis de los efectos individuales específicos y los efectos temporales.

Para Gujarati (2010) una de las virtudes del análisis a través del uso de datos de panel, es que además de ser adecuado para la medición de variables en las economías de escala, también lo es cuando interesa estudiar el cambio tecnológico. Si bien presenta una serie de ventajas también vale apuntar sobre algunas desventajas (véase tabla 26).

Tabla 26. Ventajas y Desventajas de los Datos de Panel

Ventajas	Desventajas
1. Incrementan considerablemente el número de datos a investigar. Con ello, al aumentar los grados de libertad, reduciendo la colinealidad y se pueden realizar estimaciones más eficientes.	1. Debido a que implican dimensiones de corte transversal y temporales, necesitan abordarse los problemas que rodean este tipo de datos como la heteroscedasticidad o autocorrelación.
2. Al estudiar observaciones de corte transversal repetidas, los datos de panel resultan más adecuados para estudiar dinámicas de cambio.	2. Se debe procurar atención ante la posible presencia de correlación cruzada en unidades individuales en el mismo punto en el tiempo.
3. Permiten estudiar modelos de comportamiento más complejos en comparación con otros análisis.	3. Existe una complejidad en la construcción del panel, puesto que los sujetos tienden a retirarse a medida que el tiempo pasa, por ello quizá no sean adecuados para todas las situaciones.
4. Suponen e incorporan en el análisis, el hecho de que las unidades de estudio son heterogéneas.	

Fuente: Elaboración propia con base en información de Gujarati & Porter, 2010 y Baronio & Ana, 2014.

5.2.3.2. Clasificación del Modelo de Datos de Panel

De acuerdo a las características de los datos, los modelos de datos de panel pueden variar, encontrando principalmente las siguientes tipologías:

Panel Balanceado. Cada sujeto posee el mismo número de observaciones.

Panel no balanceado. No se cuenta con datos para algunos años dentro del periodo estudiado.

Panel Corto. El número de sujetos es mayor a número de periodos.

Panel Largo. El número de periodos es mayor que el número de sujetos.

5.2.4. MÉTODOS DE ESTIMACIÓN PARA EL MODELO DE DATOS DE PANEL

En cuanto a la estimación de datos de panel, se presentan cuatro alternativas que son importantes tomarse en cuenta (Gujarati & Porter, 2010):

- Modelo de MCO Agrupados. Se agrupan las observaciones para estimar una regresión sin atender la naturaleza de corte transversal y de series de tiempo de los datos.
- Modelo de Mínimos Cuadrados con Variable Dicótoma (MCVD) de Efectos Fijos. Se agrupan las observaciones, pero se permite que cada unidad de corte transversal (cada país) tenga su intercepto o su propia variable dicótoma, con ello dejaría de suponerse que los coeficientes de la regresión sean iguales para cada país.
- Modelo de Efectos Fijos Dentro del Grupo (MEF). Se agrupan las observaciones, pero por cada sujeto se expresa cada variable como una desviación de su valor medio, para luego estimar una regresión MCO sobre los valores “corregidos” por la media.
- Modelo de Efectos Aleatorios (MEFA). Supone que los valores del intercepto son una extracción aleatoria de una población mucho mayor de sujetos.

Para Gujarati (2010), los métodos de estimación más utilizados son el MEF y el MEFA, sin embargo, éstos métodos de estimación son válidos cuando no existe dependencia de sección cruzada en las series. Por tanto, resulta importante destacar que existen otro tipo de modelos que deben utilizarse en los casos en los

cuales se logra demostrar que hay niveles de dependencia entre entidades transversales (Feng & Seasholes, 2004).

Recientemente, varios estudios se han enfocado en cómo tratar con el problema de dependencia de sección cruzada y han aportado propuestas de solución; considerando lo anterior podríamos señalar algunas de las alternativas más destacadas:

- *Common Correlated Effects Mean Group* (CCEMG), propuesto por Pesaran (2006). Su estimación utiliza los promedios transversales de los regresores y las variables dependientes para representar los factores comunes no observados. Este método es robusto a diferentes tipos de dependencia sección transversal, posibles raíces unitarias en factores y heterogeneidad de pendientes.
- *Dynamic Common Correlated Effects* (DCCE) propuesta por Chudik & Pesaran (2015) a partir del modelo CCE. A esta propuesta se le agrega un número suficiente de rezagos de promedios transversales para los modelos de datos de panel heterogéneos con variables dependientes rezagadas o variables débilmente exógenas.
- *Augmented Mean Group* (AMG) de Eberhardt & Bond (2009) que, similar al CCE de Pesaran, este enfoque puede tener en cuenta las propiedades de las series temporales de datos, así como las diferencias del impacto de los observables en los grupos de panel. Se adopta el siguiente modelo empírico para $i=1, \dots, N$ y $T=1, \dots, T$:

$$y_{it} = \beta_i' x_{it} + u_{it} \quad u_{it} = \alpha_i + \lambda_i' f_t + \varepsilon_i \quad (5.9)$$

$$x_{mit} = \pi_{mi} + \delta_{mi}' g_{mt} + p_{1mi} f_{1mi} + \dots + p_{nmi} f_{nmi} + v_{mit} \quad (5.10)$$

Donde $m=1, \dots, k$ y $f_{mt} \subset f_t$

Además:

$$f_t = \rho' f_{t-1} + \epsilon_t \quad y \quad g_t = \kappa' g_{t-1} + \epsilon_t \quad (5.11)$$

Donde x_{it} es un vector de covariables observables. Adicionalmente se emplea la combinación de efectos fijos específicos del grupo α_i y un conjunto de factores comunes f_t con cargas factoriales específicas para país λ_i .

En la ecuación (5.10) se incorpora además una representación empírica de los k regresores observables que se modelan como funciones lineales de factores comunes no observados f_t y g_t con cargas factoriales específicas del país respectivamente. De acuerdo con Eberhardt & Bond (2009), la configuración del modelo introduce la dependencia de la sección transversal en los observables y no observables. Como puede verse, algunos de los factores comunes no observados que impulsan la variación de y_{it} en la ecuación (5.9), también impulsan los regresores en la ecuación (5.10). La configuración conduce a la endogeneidad por la cual los regresores se correlacionan con los no observables de la ecuación de la función de producción u_{it} lo que dificulta la identificación de β_{it} .

Finalmente, la ecuación (5.11) especifica la evolución de los factores no observados (Eberhardt & Bond, 2009).

Los supuestos en los que se apoya esta prueba son los siguientes:

- i. Los parámetros β_{it} son coeficientes aleatorios desconocidos, con medias fijas y varianzas infinitas. Del mismo modo, para las cargas factoriales desconocida.
- ii. Los términos de error $\epsilon_{it} \sim N(0, \sigma^2)$, donde σ^2 es finita. Similar para v_{mit} y ϵ_t .
- iii. Los *inputs* observables x_{it} y los *outputs* y_{it} así como los factores comunes f_t y g_t no se asume *a priori* que son variables o procesos estacionarios.
- iv. Los factores comunes no observados con cargas factoriales heterogéneas $\lambda'_i f_t$ pueden contener elementos que son comunes a través de países, tanto como elementos que son específicos de país.
- v. Existe una superposición entre los factores comunes no observados que impulsan la producción y los regresores ($f_{mt} \subset f_t$) generando problemas para la identificación de los parámetros tecnológicos β_i .

Para el modelo AMG, las dos características más importantes son la potencial no estacionariedad y la potencial heterogeneidad en el impacto de observables y no observables; en conjunto, ambas propiedades tienen efectos importantes en la estimación e inferencia en macro datos de panel (Eberhardt & Bond, 2009).

5.2.5. PRUEBA DE DEPENDENCIA TRANSVERSAL

Contar con datos de panel puede llevarnos a observar niveles de dependencia entre entidades transversales, misma que podría aparecer debido a la presencia de choques comunes a dichas entidades y/o componentes no observados que

formarán parte del término de error (Freire-Seoane, *et al.*, 2020). Existen tres enfoques alternativos que permiten la comprobación de una dependencia de sección cruzada en los paneles: las pruebas de correlación espacial de Moran (1948), el enfoque multiplicador de Lagrange de Breusch y Pagan (Pesaran, 2004) y la prueba de dependencia transversal de Pesaran (2004).

En la prueba de dependencia espacial, cuando las unidades admiten un ordenamiento variante en el tiempo, como en las aplicaciones espaciales, la dependencia transversal es probada respecto a una matriz de conexión pre-especificada, si bien considera sólo una sección transversal, puede extenderse su aplicación a los paneles. Al respecto, la dependencia espacial de los errores se puede modelar utilizando una matriz de ponderación espacial $W = (w_{ij})$ (Pesaran, 2004).

Por otro lado, Breusch y Pagan (1980) propusieron el Multiplicador de *Lagrange* (LM) para probar la hipótesis nula de 0 correlaciones de errores de ecuaciones cruzadas. Basándose en estos coeficientes de correlación, utilizados por pares, Pesaran (2004) propuso una prueba alternativa a las dos anteriores, la cual prueba la hipótesis de independencia entre entidades transversales en un modelo de datos de panel a través de un proceso paramétrico propuesto por dicho autor con $N > T$, siendo N la dimensión de sección transversal y T la dimensión temporal de las series.

La prueba de dependencia transversal de Pesaran es definida como:

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \left(\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij} \right) \quad (5.12)$$

Donde:

$CD = Cross\ Dependence$ (dependencia transversal).

$\hat{\rho}_{ij}$ = Muestra estimada de la correlación de los residuos, por pares.

Los supuestos en los que se apoya esta prueba son los siguientes:

- i. Para cada i , las perturbaciones, u_{it} , son serialmente independientes, con media 0 y varianza σ_i^2 , tal que $0 < \sigma_1 < \infty$.
- ii. La hipótesis nula es definida como $H_0: u_{it} = \sigma_i \varepsilon_{it}$ con $\varepsilon_{it} \sim IID(0,1)$ para todas las i y t . Las perturbaciones están simétricamente distribuidas alrededor de 0.
- iii. Las regresoras X_{it} son estrictamente exógenas tal que $E(u_{it}|X_i) = 0$ para todas las i y t . Donde $X_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ir})'$ es una matriz definida positiva.
- iv. $T > k+1$ y los residuos de la estimación MCO, $e_{it} = y_{it} - \hat{\alpha}_i - \hat{\beta}'_i x_{it}$ no son todos 0.

Bajo los supuestos anteriores, se presenta el siguiente teorema: $E(\hat{\rho}_{ij}) = 0$ y

$E(CD) = 0$ para todas las N y $T > k + 1$, donde $\hat{\rho}_{ij} = \hat{\rho}_{ji} = \frac{\sum_{t=1}^T e_{it} e_{jt}}{(\sum_{t=1}^T e_{it}^2)^{1/2} (\sum_{t=1}^T e_{jt}^2)^{1/2}}$ y CD

es definida en (5.12).

Pesaran (2004) explica que este estadístico tiene una media exacta igual a 0 para valores fijos de T y N , bajo una amplia clase de modelos de datos de panel, incluidos

modelos dinámicos heterogéneos sujetos a múltiples rupturas en sus coeficientes de pendiente y variaciones de error, siempre que las medias incondicionales de y_{it} y x_{it} sean invariantes en el tiempo y sus innovaciones estén distribuidas simétricamente.

Una de las características clave de esta prueba es su robustez a rupturas estructurales únicas o múltiples en los coeficientes de la pendiente y las variaciones de error de las regresiones individuales (*Ibid*, pp. 9). El resultado de esta prueba dependerá de la forma en que es planteada la hipótesis alternativa, para el caso se pueden considerar dos posibilidades: la dependencia transversal global definida vía un modelo multifactorial y la dependencia transversal local, basada en un modelo espacial de primer orden.

5.2.6. PRUEBA DE RAÍZ UNITARIA

Verificar que las series no sean estacionarias tiene una importancia fundamental para saber si la tendencia observada en las series es determinista (del todo predecible y no variable) o estocástica (no es predecible, es aleatoria). Si una serie es estacionaria, su media y su varianza son constantes en el tiempo y el valor de la covarianza entre periodos depende sólo de la distancia entre esos periodos; por su parte, una serie es no estacionaria si su media y su varianza varían con el tiempo (Gujarati & Porter, 2010).

5.2.6.1. Pruebas de raíz unitaria de primera generación

A una situación de no estacionariedad, se le conoce también como problema de raíz

unitaria; si se da el caso de que un modelo cuenta con raíz unitaria, sabemos que es un proceso estocástico no estacionario (Gujarati & Porter, 2010).

Las pruebas de raíz unitaria que se aplican para datos de panel, parten del supuesto de que las series analizadas en el panel, han sido generadas por un proceso autorregresivo. El test de Pesaran & Shin (2003) (IPS) opera considerando que el coeficiente autorregresivo p_i en la ecuación $y_{it} = p_i y_{it-1} + X_{it} \delta_i + \varepsilon_i$ varía libremente alrededor de todas las unidades de sección cruzada. Se plantea la hipótesis nula de que se tiene raíz unitaria, y la hipótesis alternativa de que al menos una de las unidades del panel de datos es estacionaria, con ello se especifica la siguiente regresión:

$$\Delta y_{it} = a_i y_{it-1} + \sum_{j=1}^{p_i} \beta_{ij} \Delta Y_{it-j} + X_{it} \delta_i + \varepsilon_i \quad (5.13)$$

La prueba de Levin, *et al.* (2002), a diferencia de la anterior, asume que los coeficientes p_i en la ecuación $y_{it} = p_i y_{it-1} + X_{it} \delta_i + \varepsilon_i$ son comunes a todas las unidades de sección cruzada. La hipótesis nula es la de raíz unitaria común, frente a la alternativa de estacionariedad en varianza para todas las unidades.

Las pruebas propuestas por Maddala & Kim (1999) y por Choi (2001), denominados Fisher-ADF, Fisher-PP, Choi-ADF y Choi-PP, parten también de considerar un coeficiente autorregresivo específico para cada unidad de sección cruzada. Cualquiera de los dos casos, se propone la estimación de la ecuación de las pruebas de Dickey y Fuller ampliado (ADF) y test de Phillips y Perron (1988) (PP) para cada unidad económica por separado y la utilización de los p -valores de los mismos para diseñar los estadísticos de prueba correspondientes. En la propuesta

de Maddala y Wu (1999) se utilizan sus logaritmos, en el caso de Choi (2001), la inversa de su función de distribución (López, *et al.*, 2012)

5.2.6.2. Pruebas de raíz unitaria de segunda generación

Los *tests* descritos anteriormente suponen que las series de las diferentes unidades económicas que forman el panel de datos son independientes entre sí. Cuando esto no se cumple, presentan sesgo hacia resultados favorables a la hipótesis de estacionariedad en varianza (Banerjee *et al.*, 1992).

Para resolver esta limitación existen procedimientos alternativos de contraste que permiten tener en cuenta la dependencia entre las unidades de sección cruzada. El *test cross-sectionally augmented IPS* (CIPS) que propone Pesaran (2007) contempla adicionalmente la posibilidad de dependencia de sección cruzada. La H_0 planteada es la existencia de raíz unitaria y su estadístico de prueba es la media de sección cruzada de los ratios t de los coeficientes MCO de y_{it-1} en la regresión CADF (*cross-sectionally augmented ADF*) individual para unidad del panel (Ruiz y Venegas, 2017).

De acuerdo con Ruiz y Venegas (2017), las regresiones CADF son las del *test ADF* a las que suman las medias de sección cruzada en niveles y primeras diferencias retardados para cada una de las series.

Se expresan como:

$$\Delta y_{it} = a_i y_{it-1} + \lambda \bar{y}_{t-1} \sum_{j=1}^p \eta_{ij} \Delta \bar{y}_{t-j} \sum_{j=1}^p \beta_{ij} \Delta Y_{ij} + X_{it} \delta_i + \varepsilon_i \quad (5.14)$$

En esta prueba se presenta la H_0 de existencia de raíz unitaria en el panel y la

hipótesis alternativa de estacionariedad de la varianza en alguna de las unidades del panel por lo menos.

Si bien se han argumentado los elementos generales de estas pruebas, la elección de aquéllas aplicables en nuestra investigación, dependerán de los resultados que arroje la prueba de dependencia de sección cruzada.

5.2.7. PRUEBA DE COINTEGRACIÓN

La cointegración puede definirse como una relación de equilibrio a largo plazo entre las variables, en caso de no existir esta relación, las variables tenderían a alejarse entre sí, con el paso del tiempo. Cuando dos variables están cointegradas, ello implica que, aunque crezcan o caigan, lo hacen de forma sincronizada y mantienen dicha relación de largo plazo (Gujarati & Porter, 2010).

La prueba de *Engle-Granger* (EG) o *Engle-Granger Aumentada* (EGA) consiste en utilizar el análisis de integración en la combinación de las variables, con el objetivo de probar si cumplen con la condición de ser estacionaria para establecer que son cointegradas.

Para esta prueba de cointegración y basado en la metodología de Engle y Granger (1987), Pedroni (1999 y 2004) se utilizó el análisis de la estacionariedad de los residuos, donde el panel que sirve de base es:

$$y_{it} = a_1 + \beta_i X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5.15)$$

La hipótesis nula es la de no cointegración.

Por su parte, la prueba de Kao (1999), sigue la misma aproximación que la prueba anterior, pero la diferencia es que la ecuación del panel contempla la variación del término constante, pero no del regresor:

$$y_{it} = a_1 + \beta X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5.16)$$

Tampoco permite la variación entre unidades en los coeficientes de la ecuación auxiliar. Las pruebas descritas anteriormente no contemplan la existencia de dependencia transversal. De tal manera que, si existiese este tipo de dependencia, la prueba a utilizar de manera más conveniente es la de Westerlund & Edgerton (2008). El panel que especifican es de tipo:

$$y_{it} = a_1 + \eta_{it} + X_{it}'\beta_i + z_{it} \quad (5.17)$$

Siendo $X_{it} = X_{it-1} + W_{it}$ un vector k -dimensional que contiene los regresores y una perturbación con características tales que permite la dependencia transversal a través del uso de factores comunes inobservables recogidos en el vector F_{it} : $z_{it} = \lambda' + F_t + V_{it}$; $F_{jt} = \rho_j F_{jt-1} + u_{jt}$.

5.2.8. RELACIONES ESPERADAS

Las relaciones entre las variables utilizadas en la presente investigación, se identificarán partiendo de un planteamiento hipotético, mismo que ha sido apoyado, tanto en la revisión teórica, como en los estudios empíricos de este trabajo.

- A mayor trabajo, mayor productividad sostenible de los factores.
- A mayor capital, mayor productividad sostenible de los factores.
- A mayor innovación, mayor productividad sostenible de los factores.

CAPÍTULO 6.

DESARROLLO DEL MODELO: ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD SOSTENIBLE Y MODELO ECONOMÉTRICO

En la sección correspondiente al presente capítulo se ponen en práctica los aspectos metodológicos desarrollados con anterioridad para el estudio de la industria de la madera en las economías del APEC, poniendo énfasis en las variables e indicadores que se han tomado en cuenta para la correcta medición de la productividad sostenible en un primer lugar, y posteriormente se presenta la ecuación que habrá de estimarse, así como la explicación de las variables involucradas y los indicadores que permitirán la operacionalización de las variables analizadas.

6.1. INDICADORES Y BASES DE DATOS DE LA PRODUCTIVIDAD SOSTENIBLE

En la consideración de la identificación de una variable dependiente en nuestro análisis, mismo que se refiere a la productividad, se ha tomado en cuenta la construcción conceptual de una productividad sostenible, desarrollada tomando en cuenta de forma importante, una visión que incluye el deterioro medio ambiental en el que se involucra a la hora de producir bienes dentro de la industria de la madera.

Para la integración de ésta perspectiva, se consideraron los patrones de consumo del recurso forestal productivo, por un lado, y la capacidad de regeneración de los mismos por el otro. Se tomaron en cuenta las hectáreas globales necesarias en la producción para determinada economía, así como el área que se necesita para compensar los efectos que genera, el sector de interés ha sido la industria de la madera, la cual se ubica dentro de la industria manufacturera. Para la consideración de la huella ecológica como unidad de medida contable desarrollada por iniciativa de *York University* y *Footprint Data Foundation* (FODAF), se utilizó como referente la *National Footprint and Biocapacity Accounts* (2020) y los datos que ésta base genera anualmente (Navarro, *et. al*, 2022).

6.1.1. VARIABLES DE LA PRODUCTIVIDAD SOSTENIBLE

Respecto a la medición e incorporación del concepto de productividad sostenible, son dos variables fundamentalmente en las que se apoya la presente investigación.

Dichas variables hacen referencia al trabajo de *Global Footprint Network, York University & FODAFO (2021)* y se presentan a continuación.

Biocapacidad

También se conoce como capacidad biológica y hace referencia a la capacidad que tienen los ecosistemas para regenerar lo que se demanda de sus superficies. La biocapacidad de una superficie representa la capacidad de los ecosistemas para producir los materiales biológicos utilizados por las personas, así como su capacidad para absorber los materiales de desecho generados, se expresa en hectáreas globales calculadas bajo los actuales sistemas de gestión y tecnologías de extracción (FODAFO, 2021).

Huella Ecológica

Es una medida de cuánta tierra y agua biológicamente productiva requiere un individuo, población o actividad para producir los recursos demandados. Representa el área biológicamente productiva necesaria para satisfacer la demanda de recursos, en este caso mediante el incremento anual neto de madera comerciable por hectárea (FODAFO, 2021).

En la medición de la huella ecológica para la presente investigación, se hará referencia únicamente a las tierras forestales ligadas a los diferentes usos y que, a su vez consideran específicamente la huella de productos forestales, que es la cantidad de madera, pulpa, productos de madera y leña consumidos por una economía anualmente. El consumo de estos bienes puede ser intermedio o final.

6.1.2. INDICADORES DE LA PRODUCTIVIDAD SOSTENIBLE

A continuación, se presentan los indicadores que permitirán la operacionalización de las variables antes mencionadas. El IPS se compone de los índices IP e IRA, el primero de ellos se mide con la utilización del valor agregado y su relación con la mano de obra empleada en la industria; el segundo de ellos, considera como elemento fundamental los conceptos de biocapacidad y huella ecológica.

Biocapacidad: Se obtiene multiplicando el área física real de bosque para cada economía, por el factor de productividad de su bosque y por el factor de equivalencia²⁰ apropiado y se expresa en hectáreas globales (gha).

Huella Ecológica: Tierra forestal necesaria para absorber las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y compensar el consumo de los recursos productivos, provenientes del mismo; se expresa en gha.

Déficit/Superávit Ecológico: Se refiere al resultado de la diferencia entre la biocapacidad y la huella ecológica, cuando existen resultados negativos para el sector relacionado con los productos forestales, es decir si la huella ecológica excede a su biocapacidad, nos encontramos con una pérdida del recurso (déficit). Mientras que, si la biocapacidad excede a la huella, existe una reserva ecológica o también denominada superávit (FODAFO, 2021).

²⁰ Se refiere al factor *EQF* explicado en la ecuación (5.4).

6.1.3. FUENTES Y BASES DE DATOS DE LA PRODUCTIVIDAD SOSTENIBLE

Los datos correspondientes a las hectáreas globales utilizadas tanto para el consumo en la actividad relacionada con las tierras forestales como la huella ecológica de los productos forestales, así como de la biocapacidad con que se cuenta en esta dimensión, fueron obtenidos del banco de datos que proporciona *Global Footprint Network, National Footprint and Biocapacity Accounts* (2021).

Los datos que corresponden a la huella ecológica como los de biocapacidad para cada dimensión, están disponibles para 19 de las 21 economías que integran el APEC, y para el periodo 1960-2017 y en unidad de medida igual a hectáreas globales (gha).

6.2. ECONOMETRÍA. FORMA FUNCIONAL DE LA ECUACIÓN

La ecuación a utilizar para la estimación del modelo de datos panel, una vez obtenida la variable dependiente, deriva de una función de producción desarrollada por Griliches (1967); su selección es resultado del vínculo existente entre las variables introducidas en dicha ecuación y las variables seleccionadas en este estudio.

La función de producción propuesta por Griliches es la siguiente:

$$IPS = \alpha_0 + \beta_1 \log\left(\frac{K}{L}\right)_{ij} + \beta_2 \log L_{ij} + \sum_n \beta_n Z_{nij} + d_i + d_j + u_{ij} \quad (6.1)$$

Donde:

L = Empleo Total.

K = Servicios de capital.

Z_{hij} = Varias mediciones para la calidad del trabajo y del capital.

d_i y d_j = Coeficientes de las variables *dummies* de industria y país por región.

u_{ij} = Término de error estocástico.

El subíndice i se refiere al tipo de industrias y j al número de observaciones.

$h = a_k + a_1 - 1$ es un coeficiente de medición de la significancia de las economías de escala.

La estimación, para la presente investigación, se realiza mediante un modelo panel, para 8 secciones cruzadas correspondientes a las economías que integran el Foro de Cooperación Económica Asia- Pacífico para el periodo 1990-2019. Con el panel se logra explotar información de sección cruzada para ocho economías ($i = 8$) y series de tiempo ($t = 1990-2019$), con lo que aumenta significativamente el tamaño de la muestra.

La ecuación estimada es la siguiente:

$$IPS = \alpha_0 + \beta_1 \log(K/L)_{ij} + \beta_2 \log L_{ij} + \sum_h \beta_h Z_{hij} + d_i + d_j + u_{ij} \quad (6.2)$$

Donde:

IPS = Índice de productividad sostenible.

\log = logaritmo.

α = intercepto.

K = acervo de capital.

L = empleo total.

Z = Variables de control: Innovación (INN).

U_{it} = Término de error.

6.2.1. VARIABLES DE LA FORMA FUNCIONAL

Las variables involucradas se pueden expresar de la siguiente manera:

$$Y_{it} = a_{it} + \beta_1 K_{it} + \beta_2 L_{it} + \beta_3 Inn_{it} + u_{it} \quad (6.3)$$

Donde:

Y = IPS (índice de productividad sostenible)

X_1 = Capital

X_2 = Trabajo

X_3 = Innovación

6.2.2. INDICADORES DE LA FORMA FUNCIONAL

Para las economías del APEC, y apoyados en el banco de información que proporciona el Análisis Estructural (STAN) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), se ha logrado recabar información relevante respecto a las variables pertinentes relacionadas con la productividad en la industria de la madera.

PRODUCTIVIDAD SOSTENIBLE. Es la variable endógena representada como la productividad sostenible. Se obtiene del producto dividido por los factores de la producción, empleo total y el *stock* de capital; y del IPS que se propone.

TRABAJO. Representa al empleo total, que se entiende como el número de empleados formales ocupados dentro del sector manufacturero de la madera para cada uno de las economías, en el lapso estudiado.

CAPITAL. Se considera el *stock* de capital (SC), estimado con el método de inventarios perpetuos (MIP) e incorporando un factor de ajuste por la ausencia de la primera observación (MIPA).

INNOVACIÓN. En el caso de la innovación, ésta se expresa en términos del número de patentes registrada en varios países para proteger la misma invención. Se considera la serie de patentes registradas en tres de las más reconocidas oficinas de patentes, conocidas internacionalmente como *Triadic Patent Families: European Patent Office (EPO), Japan Patent Office (JPO) y United States Patent and Trademark Office (USPTO)*.

6.2.3. FUENTES Y BASES DE DATOS

Las bases de datos sobre las cuales se sostiene la presente investigación, para la contrastación de las hipótesis son fuentes confiables de acceso libre.

Para las economías de APEC, y apoyados en la información proporcionada por el Análisis Estructural (STAN) y de Comercio en Valor Agregado (TIVA) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), se logró recabar información respecto a las variables pertinentes de la productividad en la industria de la madera de algunas de las economías que conforman el APEC.

Como primera fase, con los datos que ofrecen tanto STAN-OCDE (2020) como la base de datos de Comercio en Valor Agregado (TIVA-OCDE, 2021), se consultó el número de personas empleadas en el sector industrial de la madera. Con esta base se dispone de información correspondiente al empleo total en el sector, así como

la relación entre el trabajo desempeñado o los bienes producidos por una persona en su trabajo y el valor agregado por persona empleada. Para algunos años, fue necesario consultar las estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI, 2021) y su banco de información: *Indstat*, ISIC, revisión 4, para los productos clasificados: 20 *Wood products* (excl. muebles).

Este banco de datos *Indstat* de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI, 2020) también nos proporcionó valores respecto al número de personas empleadas de la industria de nuestro interés y con información pertinente para conocer los valores de la formación bruta de capital fijo, variable que es indispensable para la medición de los acervos de capital o *stock* de capital.

Adicionalmente, con datos de STAN-OCDE (2020), para recabar información respecto a la innovación, se obtuvo el coeficiente de inventiva para las economías de APEC que además pertenecen a la OCDE. En este coeficiente, el número de patentes registradas corresponden a patentes tecnológicas registradas en *Triadic Patent Families* (IP3), por cada 10,000 habitantes. IP3 es una familia de 3 patentes internacionales: *Patent applications to the European Patent Office* (EPO); *Patents granted by the EPO* y *Patent applications to the US Patent and Trademark Office* (USPTO), en la fase internacional que designa la EPO. Los conteos para esta familia de patentes, se atribuyen al país de residencia del inventor y a la fecha en la cual la patente fue registrada; este indicador se mide como un número (OCDE, 2022)

6.2.4. TRATAMIENTO DE LOS DATOS

El IPS fue construido, para el primero de sus componentes, con la información histórica de biocapacidad sobre la huella ecológica con la finalidad de obtener el IRA; el segundo componente (IP) se obtuvo con la productividad parcial del trabajo; finalmente, la multiplicación de ambos nos proporcionó valores sobre la productividad sostenible.

En lo que respecta al capital, inicialmente se consideró la Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF) y su posterior uso como acervo de capital fijo con la utilización del método de Inventarios Perpetuos (MIP), el cual toma en cuenta la tasa de depreciación de los activos de capital fijo dada, además una serie de “inversión” que se acumula para el periodo a analizar, la ecuación es:

$$SC_t = (1 - \delta) * SC_{t-1} + I_t \quad (6.4)$$

Donde:

SC_t : Stock de capital real.

δ = Depreciación.

I_t = Inversión bruta real.

Un problema que surge en la ecuación (6.4) es la obtención del valor de SC_{t-1} , es decir, el punto inicial desde el cual comenzar el conteo. La forma habitual de cálculo es asumir que $SC_0 = 0$ (1990), $SC_{1991} = I_{1990}$ para la segunda observación y sólo a partir de la observación 3, se empieza a acumular el capital, agregando la inversión.

Para evitar que $SC_0 = 0$, algunos autores sugieren recorrer una observación hacia atrás, es decir, si se requiere estimar SC para el periodo 1990-2019, se amplía el periodo a 1989-2019. Así $1989 = 0$ y 1990 tomará el valor de la inversión real de esa observación por lo que la serie para el periodo 1990-2019 ya no partirá de cero.

Según Shiau *et al.*, (2002), asumir que SC es cero en la primera observación y que ésta aumenta rápidamente hasta estabilizarse al cabo de aproximadamente 10 observaciones, representa una desventaja técnica, porque con esto la acumulación de inversión y el efecto de la depreciación comienza a sentirse hasta varias observaciones después. Por lo tanto, Shiau *et al.*, (2002) sugieren incorporar un factor de ajuste (MIPA) que mitigue este problema. Estos autores retoman la propuesta de Almon (1999) al considerar un factor de ajuste para la serie, que definimos como Faj_t :

$$Faj_t = (1 - \delta) * Faj_{t-1} + 1 \quad (6.5)$$

Para la observación inicial, se asume que $Faj_t = 1$ y ésta crece hasta alcanzar el valor de equilibrio de la tasa de depreciación promedio $1/\delta$. A partir de este factor de ajuste, y de la estimación de SC de la ecuación (6.4), se calcula una serie ajustada:

$$SCA_t = \frac{SC_t / Faj_t}{\delta} \quad (6.6)$$

Para la obtención de la tasa de depreciación no existe consenso; Shiau *et al.*, (2002) asumen una tasa de depreciación de 12%; Blázquez y Santiso (2004) de 8%; Faal (2005) y Santaella (1998) de 10%, y Bergoeing, Kehoe y Soto (2002) de 5%. Para

determinar las tasas de depreciación a utilizar, se partió de la observación de las cifras utilizadas para el cálculo de MIP realizado por la *Office for National Statistics* (ONS) del Reino Unido (Martin, 2002) (Ver tabla 27).

Tabla 27. Tasas de depreciación de activos

<i>Tipo de Activo</i>	<i>Tasa de Depreciación</i>
Maquinaria y Equipo	0.25
Edificios y Planta	0.10
Equipo de Transporte	0.25

Fuente: *Officer for International Statistics* (ONS) del Reino Unido, 2002.

De acuerdo con los datos de la tabla 27, el valor de la depreciación que se sugiere es un promedio ponderado de $\delta = 0.11$. Sin embargo, realizando una comparativa, se encontró que en la generalidad de estudios desarrollados para la industria manufacturera, se ha homologado el uso del 10% al que hace referencia Santaella (1998); con la finalidad de permitir la posibilidad de comparación de los valores del *stock* de capital, utilizado en la serie correspondiente, con investigaciones de la misma línea, es necesario resaltar que para la presente investigación se utilizará el valor de $\delta = 0.10$ además de la ecuación (6.6), para los cálculos de la serie ajustada para SC.

CAPÍTULO 7.

LA PRODUCTIVIDAD SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA MADERA. ANÁLISIS DE RESULTADOS PARA MÉXICO Y LAS ECONOMÍAS DE ASIA-PACÍFICO

La finalidad del presente capítulo es exponer e interpretar los valores obtenidos a través de la elaboración, del índice de productividad sostenible como variable dependiente y posteriormente, los resultados surgidos a partir de la implementación del modelo de regresión con datos de panel presentado con anterioridad. De esta manera se presentan y analizan los resultados de dicho modelo, así como las relaciones encontradas.

LA PRODUCTIVIDAD SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA MADERA. ANÁLISIS DE RESULTADOS PARA MÉXICO Y LAS ECONOMÍAS DE ASIA- PACÍFICO

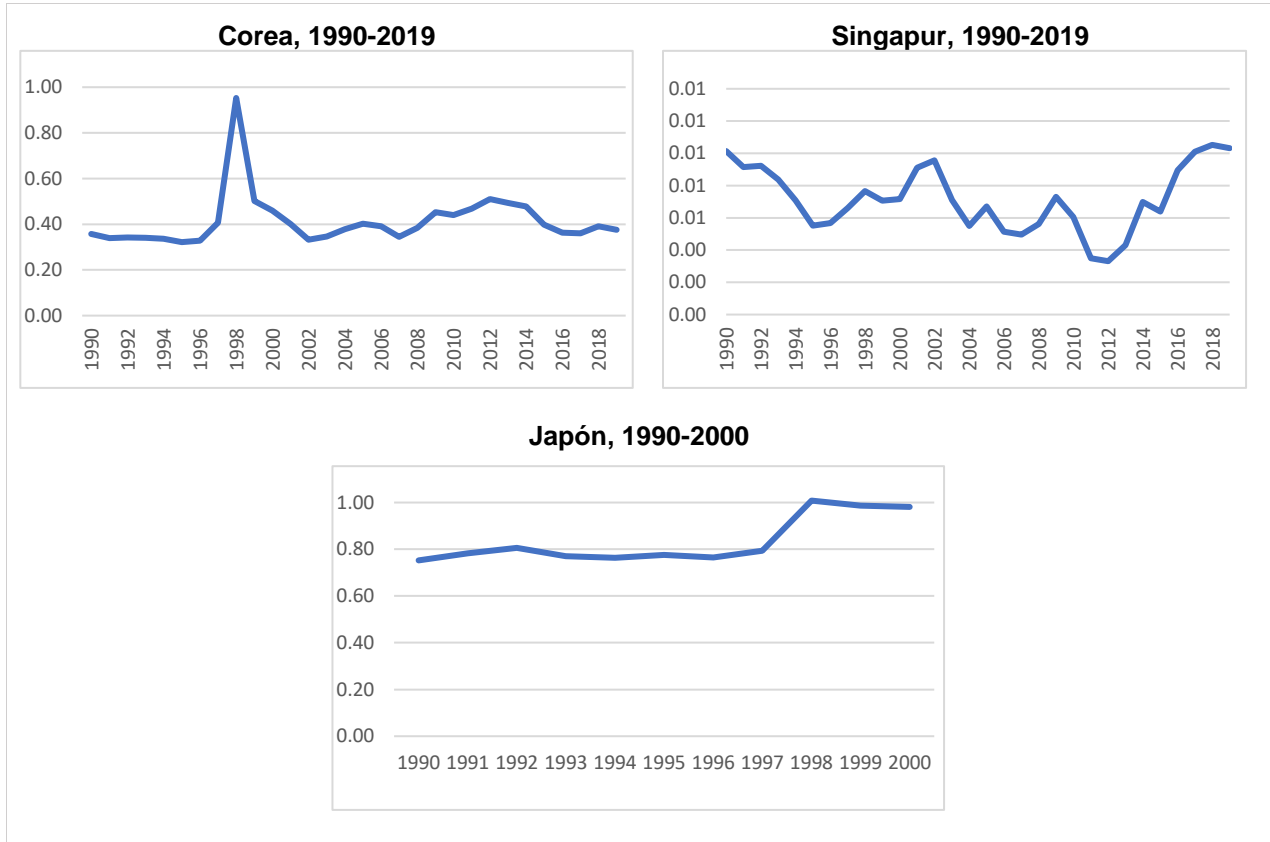
En este apartado se expondrán los resultados correspondientes al Índice de Productividad Sostenible (IPS) que se obtuvo en el periodo 1990-2019, para 8 de las 21 economías integrantes del APEC: Canadá, Corea, Estados Unidos, Japón, Malasia, México, Nueva Zelanda y Singapur. Los resultados de este indicador fueron posibles en la medida en la que existe información respecto a cada una de las variables necesarias para su construcción (biocapacidad forestal y huella ecológica forestal), los datos faltantes constituyen una ausencia de información en las bases de datos internacionales, bien sea por que no han sido creados, o bien porque algunos países no reportan dichos valores.

7.1. RESULTADOS DEL ÍNDICE DE REGENERACIÓN AMBIENTAL

En primer lugar, se obtuvieron los datos de comportamiento del IRA, tomando en consideración la metodología para el indicador propuesto y que los altos son mejores en tanto representan a economías que reportan un uso responsable del recurso forestal y una mayor capacidad de regeneración del mismo. Recordar que valores más bajos o menores a uno, reportan que dicha economía cuenta con una regresión o déficit en el uso de sus propios recursos forestales.

Las economías en las que se encontraron resultados para IRA menores a la unidad, fueron Singapur, Corea y Japón hasta el año 2000, puesto que a partir del 2001 se reportaron valores mayores (ver gráfica 33).

Gráfica 33. Economías de APEC con regresión en la capacidad de regeneración ambiental. IRA < 1



FUENTE: Elaboración propia con base en el Índice de Regeneración Ambiental (IRA).

Como se reporta en Navarro *et. al* (2022) Corea se ubica dentro de los diez mayores consumidores de madera y pasta de madera, sus altos niveles de deforestación para el consumo humano son insuficientes y han llevado al incremento de las importaciones en este rubro; tuvo su más alto índice en el año de 1998, donde se registró una caída del mismo, manteniendo valores que varían entre 0.3-0.5. Es necesario que Corea realice acciones concretas que lo lleven a reducir su huella ecológica. Fue hasta 2018 que el gobierno puso énfasis en la prohibición de la madera ilegal de emitió las '*normas detalladas para determinar la legalidad de la madera y los productos madereros importados*' que son un paso importante para

reducir el volumen de madera ilegal comercializada en este mercado (*Saunders, 2019*).

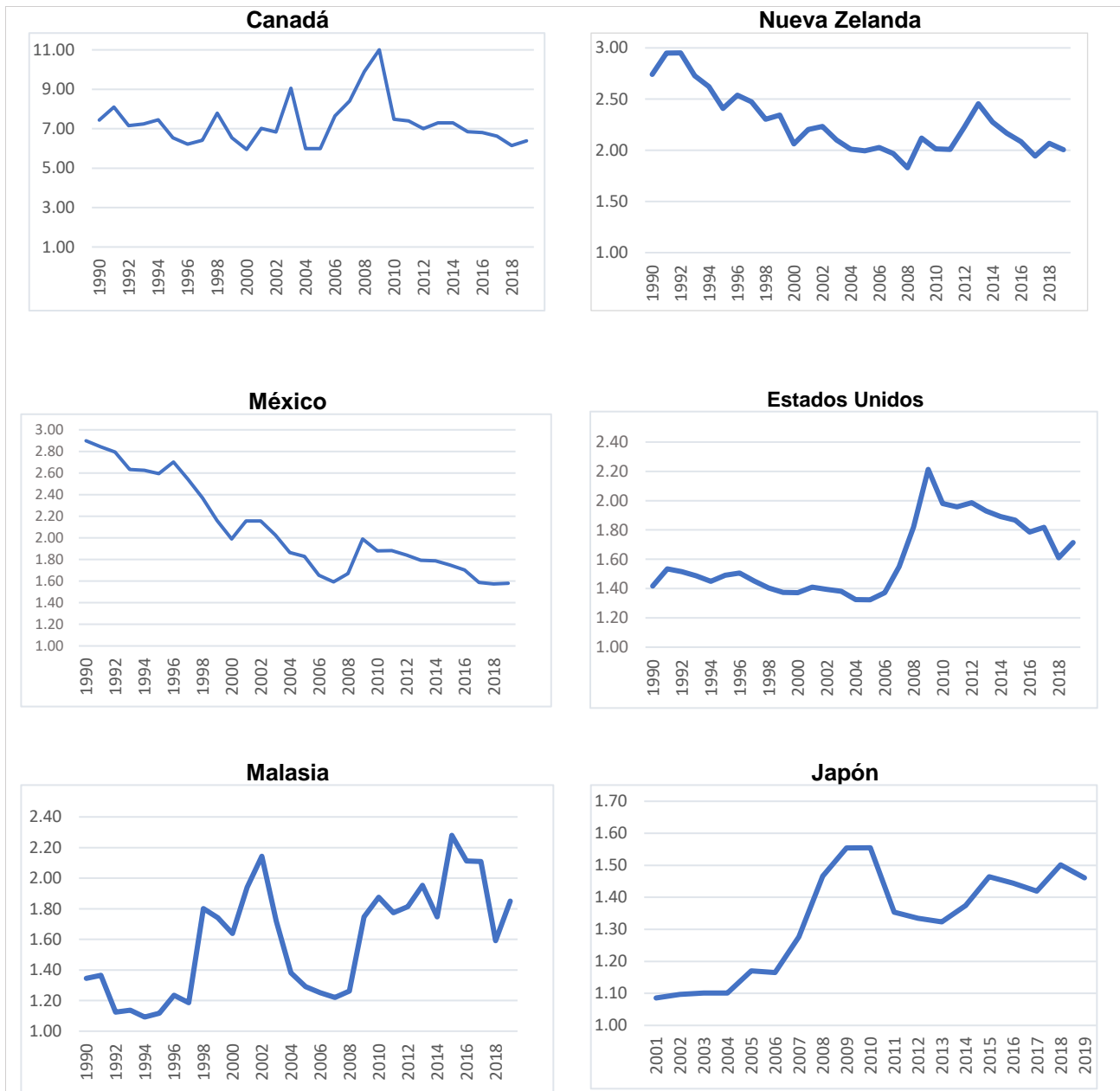
En el caso de Singapur, se sabe que en 1965 era un país sumamente contaminado, su proceso de transición le ha llevado varias generaciones de esfuerzo, en los últimos años se ha convertido en una ciudad limpia con objetivos claros en la implementación de políticas sustentables; sin embargo, su creciente desarrollo urbano ha supuesto la pérdida de una buena parte de sus bosques. A mediados de los noventa, sus bosques se extendían a aproximadamente 63,4 km², en 2018, los investigadores estiman que el número se había reducido a 8.1 km², una pérdida de más del 87% de la masa forestal.

Japón por su parte muestra un IRA que está por debajo de 1, de 1990 al año 2000, pues a partir de entonces sus recursos forestales se fueron haciendo bastos aon una mayoría del territorio nacional hasta el 2017, lo anterior, de acuerdo con la Agencia Forestal de Japón (AFJ). La gestión de grandes áreas forestales en riesgo de degradación y la vigilancia de la tala ilegal, han sustituido a décadas de urbanización e industrialización y la demanda nacional ha caído en favor de la importación de maderas más económicas.

En lo que respecta a las economías con un IRA mayor a 1, donde es posible la incorporación ya de Japón desde el año 2001, reportan incrementos en la velocidad de regeneración de sus recursos forestales, que supera los niveles de explotación en este sector (ver gráfica 34) .

Canadá destaca como una economía ocupada en temas de explotación legal de sus recursos forestales y a la concientización que ha fomentado en temas de explotación sostenible entre los agentes involucrados en la producción y consumo de bienes maderables.

Gráfica 34. Economías de APEC con aumento en la capacidad de regeneración ambiental, 1990-2019. IRA > 1



* NZL incluye a AUS

FUENTE: Elaboración propia con base en el Índice de Regeneración Ambiental (IRA).

Como se expone en Navarro *et. al* (2022) para Nueva Zelanda se obtuvieron valores mayores a la unidad, destaca fundamentalmente un IRA de 2.74 en 1990 y para el 2019 este valor se redujo a 2.0; si bien la enmienda a la ley forestal de 1993, con énfasis en el manejo sustentable de los bosques, generó un manejo positivo en la cubierta forestal, el dinamismo de sus exportaciones (hasta el 2000 el 84 del comercio de madera correspondió a exportaciones) representa ser un tema de relevancia para el futuro.

En México se observó el mismo comportamiento que Nueva Zelanda, con valores IRA decrecientes, pasando de 2.89 en 1990 a 1.58 en el año 2019; la expansión de territorio urbano y de áreas cada vez mayores al cultivo son un foco central en la posible deforestación involucrada como consecuencia. Ciertamente existe una preocupación por los desequilibrios ambientales que esto conlleva, sin embargo, el sistema de concesiones del uso de este tipo de recursos, han limitado los avances en materia de sostenibilidad.

Malasia, cuenta con una administración forestal correctamente organizada y con una buena supervisión en la utilización de los recursos naturales forestales. Los valores del IRA pudieron mantenerse positivos en el lapso estudiado.

En lo que respecta a de EE.UU. ésta economía se manifiesta como el mayor productor y consumidor de maderables en el mundo, derivado de lo anterior se pudo corroborar que cuenta con un IRA positivo y además con una tendencia creciente, Sus políticas de reforestación y atención particular a las necesidades de gestión de los bosques se plasman en la Ley de Administración Orgánica de 1897, diversos

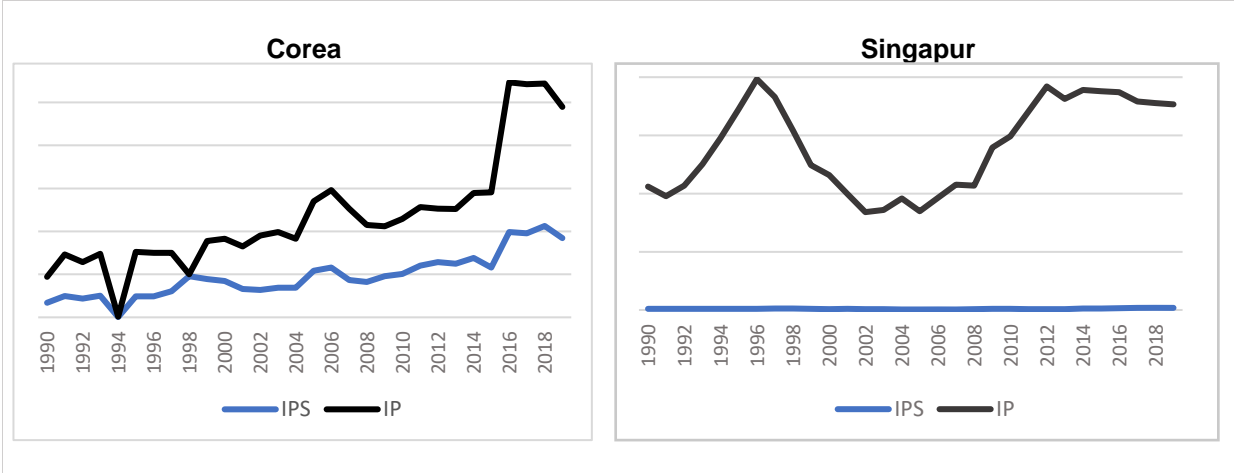
programas de plantación de árboles como *Trillion Tree*, o la Ley Knutson-Vandenberg de 1930 por ejemplo.

7.2. RESULTADOS DEL ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD SOSTENIBLE

A partir de la obtención de los resultados del IRA, se pudo proceder al cálculo del IPS, los comportamientos encontrados para dicho indicador entre 1990 a 2019, mostraron a tres economías quienes evidenciaron contar con una productividad espuria, es decir, son economías en las cuales la productividad parcial del trabajo encontrados se ha venido alcanzando a la par de la generación de un déficit en sus recursos forestales (ver gráfica 35).

En la gráfica 34 es posible notar el déficit de los recursos forestales en los casos particularmente de Corea y Singapur en el periodo estudiado, indicando una productividad espuria.

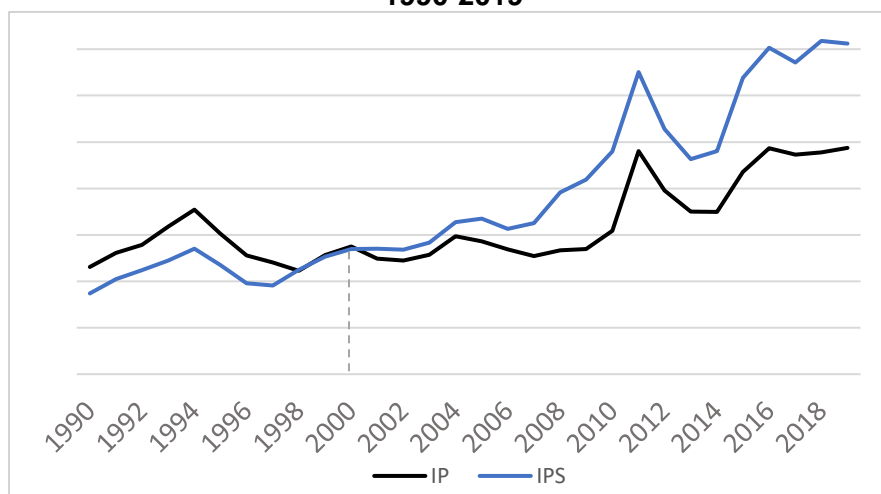
Gráfica 35. Economías de APEC con productividad espuria, 1990-2019. IPS < IP



FUENTE: Elaboración propia con con base en el Índice de Productividad Sostenible (IPS) y el Índice de Productividad del Trabajo (IP).

En el caso particular de Japón, se reportó la existencia de un comportamiento variado, mostrando una productividad espuria entre 1990 – 2000, misma que se modificó hacia comportamientos sostenibles registrando una productividad auténtica a partir del año 2001 y hasta el 2019 (véase gráfica 36). El comportamiento de esta economía es el que llama más la atención por sus avances en la gestión y uso de los recursos forestales Navarro *et. al* (2022).

Gráfica 36. Japón, IPS con productividad espuria y auténtica 1990-2019



FUENTE: Elaboración propia con con base en el Índice de Productividad Sostenible (IPS) y el Índice de Productividad del Trabajo (IP).

La gráfica anterior muestra el paso de la productividad espuria a una productividad auténtica, teniendo el año 2000 como punto de quiebre entre ambas. Se puede observar el resultado de las acciones implementadas por esta economía, pues si bien es cierto que contribuye positivamente a los niveles de emisiones de CO₂ de forma importante a la región, también se ha comprometido con la conservación del recurso forestal, buscando evitar su reducción.

El detalle de la obtención de las diferencias del IPS y el IP para las economías estudiadas se puede observar en la siguiente tabla (ver tabla 28).

Tabla 28. Economías de APEC con productividad espuria, 1990-2019

Año	Corea			Japón			Singapur		
	IPS	IP	IPS < IP	IPS	IP	IPS < IP	IPS	IP	IPS < IP
1990	6.74	18.85	-12.12	34.78	46.22	-11.44	0.21	21.22	-21.01
1991	9.94	29.29	-19.35	40.94	52.29	-11.35	0.18	19.57	-19.39
1992	8.79	25.65	-16.86	44.83	55.66	-10.83	0.20	21.34	-21.15
1993	10.07	29.51	-19.44	48.97	63.59	-14.61	0.21	25.03	-24.82
1994	0.11	0.33	-0.22	54.07	70.87	-16.80	0.21	29.53	-29.32
1995	9.79	30.42	-20.63	46.96	60.57	-13.61	0.19	34.52	-34.33
1996	9.82	30.00	-20.17	39.11	51.12	-12.01	0.23	39.68	-39.45
1997	12.18	29.96	-17.78	38.17	48.07	-9.89	0.24	36.59	-36.34
1998	19.07	20.01	-0.94	44.90	44.53	0.37	0.24	30.84	-30.60
1999	17.78	35.47	-17.69	50.56	51.22	-0.66	0.18	24.91	-24.73
2000	16.84	36.57	-19.73	53.96	54.99	-1.02	0.17	23.20	-23.04
2001	13.20	32.94	-19.74	53.99	49.72	4.26*	0.18	19.93	-19.75
2002	12.67	38.09	-25.41	53.69	48.96	4.73*	0.16	16.82	-16.65
2003	13.75	39.64	-25.89	56.63	51.45	5.18*	0.12	17.19	-17.07
2004	13.85	36.57	-22.71	65.51	59.47	6.04*	0.11	19.14	-19.04
2005	21.68	53.95	-32.27	66.96	57.22	9.74*	0.11	16.94	-16.83
2006	23.18	59.18	-36.00	62.57	53.72	8.85*	0.10	19.29	-19.19
2007	17.42	50.49	-33.07	65.01	50.91	14.10*	0.11	21.52	-21.41
2008	16.49	43.00	-26.51	78.23	53.34	24.89*	0.12	21.36	-21.24
2009	19.15	42.35	-23.20	83.75	53.89	29.86*	0.20	27.89	-27.69
2010	20.16	45.80	-25.64	95.99	61.74	34.26*	0.18	29.84	-29.66
2011	24.01	51.29	-27.28	130.10	96.12	33.99*	0.12	34.10	-33.98
2012	25.73	50.49	-24.75	105.54	79.06	26.48*	0.13	38.39	-38.26
2013	24.89	50.46	-25.58	92.58	69.97	22.61*	0.16	36.28	-36.12
2014	27.66	57.85	-30.19	96.08	69.88	26.19*	0.26	37.83	-37.57
2015	23.14	58.18	-35.04	127.58	87.15	40.43*	0.24	37.58	-37.34
2016	39.75	109.34	-69.59	140.54	97.29	43.25*	0.33	37.44	-37.10
2017	39.09	108.46	-69.37	134.19	94.54	39.65*	0.36	35.81	-35.45
2018	42.52	108.78	-66.26	143.54	95.59	47.95*	0.37	35.53	-35.16
2019	36.80	97.96	-61.16	142.35	97.46	44.88*	0.36	35.35	-34.98

* Año con registro de productividad auténtica

FUENTE: Elaboración propia con base en el Índice de Productividad Sostenible (IPS) y el Índice de Productividad del Trabajo (IP).

Es importante destacar que se encontraron 5 economías con comportamientos que reflejan aumentos en su productividad auténtica o una productividad de tipo sostenible en el periodo (ver tabla 29).

Tabla 29. Economías de APEC con aumento en la productividad auténtica, 1990-2019

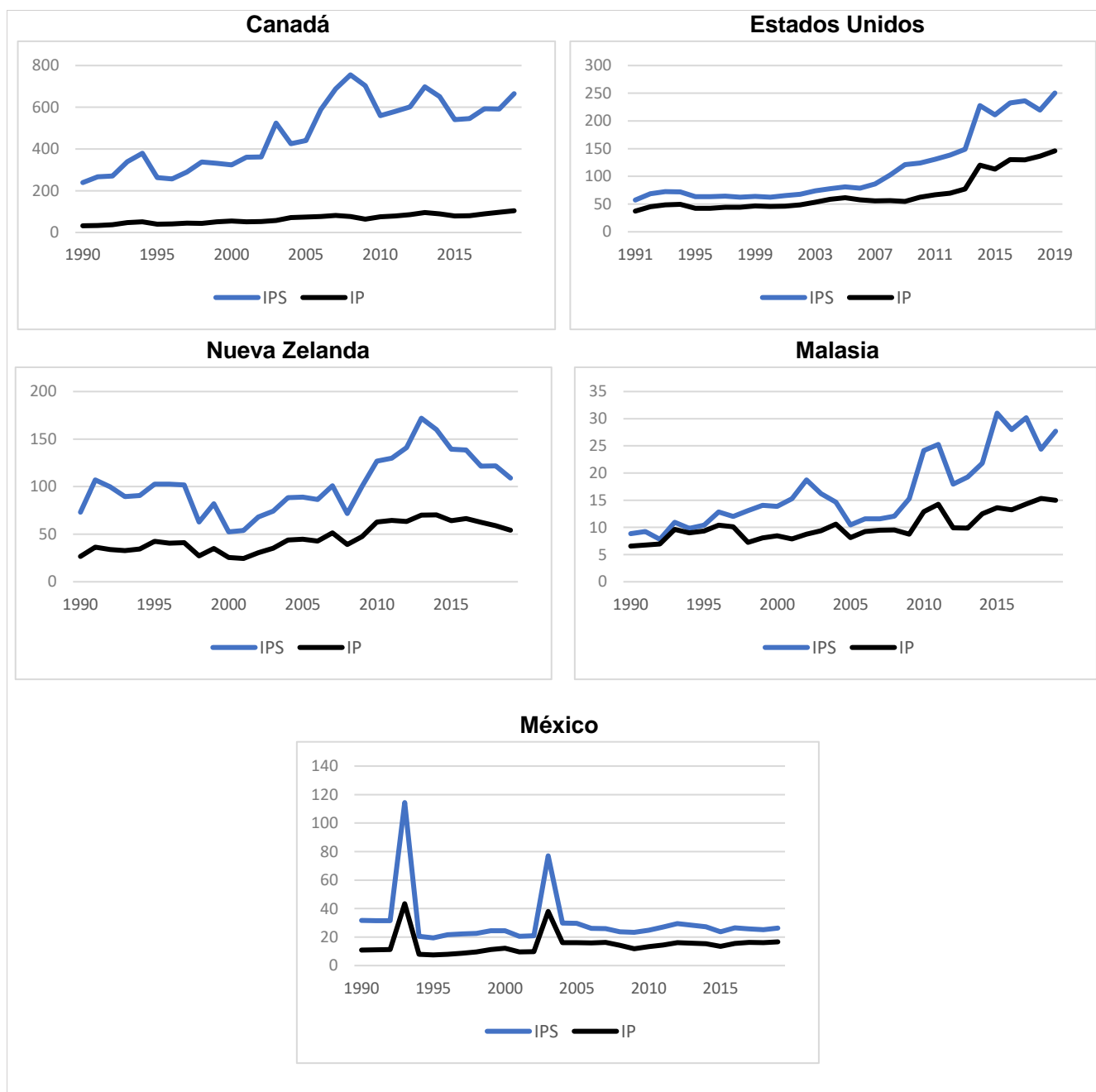
Año	IPS > IP					
	Canadá	EE.UU.	Japón	Malasia	México	Nueva Zelanda
1990	206.94	15.09	-11.44*	2.27	20.77	46.41
1991	233.81	19.97	-11.35*	2.47	20.40	70.82
1992	232.59	23.35	-10.83*	0.86	20.23	65.97
1993	291.88	23.75	-14.61*	1.32	70.98	56.69
1994	328.79	22.35	-16.80*	0.83	12.75	56.08
1995	223.10	20.80	-13.61*	1.09	11.95	60.07
1996	215.78	21.36	-12.01*	2.45	13.62	62.22
1997	244.40	20.03	-9.89*	1.89	13.50	60.60
1998	294.94	17.99	0.37*	5.82	13.02	35.53
1999	281.08	17.39	-0.66*	5.99	13.12	47.05
2000	269.24	16.96	-1.02*	5.40	12.15	27.03
2001	309.27	18.93	4.26	7.41	11.03	29.44
2002	308.79	19.14	4.73	9.99	11.23	37.54
2003	466.68	20.44	5.18	6.78	38.99	38.81
2004	354.29	19.13	6.04	4.05	13.81	44.53
2005	366.74	19.85	9.74	2.37	13.40	44.33
2006	512.46	21.39	8.85	2.32	10.36	43.84
2007	606.55	30.63	14.10	2.09	9.67	49.68
2008	679.03	46.30	24.89	2.51	9.49	32.48
2009	639.80	66.32	29.86	6.53	11.61	53.10
2010	485.42	61.43	34.26	11.27	11.63	63.82
2011	501.68	64.05	33.99	11.02	12.70	65.22
2012	515.33	68.69	26.48	8.05	13.45	77.70
2013	602.18	71.68	22.61	9.42	12.52	101.87
2014	561.57	107.23	26.19	9.33	12.03	89.77
2015	461.60	97.85	40.43	17.42	10.12	75.06
2016	466.03	102.18	43.25	14.74	10.91	72.02
2017	503.11	106.29	39.65	15.85	9.51	59.04
2018	495.01	83.24	47.95	9.05	9.19	62.90
2019	560.69	104.34	44.88	12.72	9.63	54.65

*Año con registro de productividad espuria

FUENTE: Elaboración propia con base en el Índice de Productividad Sostenible (IPS) y el Índice de Productividad del Trabajo (IP).

Para las economías mostradas en la tabla anterior, los valores para el IPS comparados frente al IP, se pueden observar a manera gráfica a continuación (ver gráfica 37).

Gráfica 37. Economías de APEC con productividad auténtica 1990-2019



FUENTE: Elaboración propia con base en el Índice de Productividad Sostenible (IPS) y el Índice de Productividad del Trabajo (IP).

Los valores más sobresalientes de productividad auténtica correspondieron en orden de importancia a Canadá, EE.UU. y Nueva Zelanda.

Así mismo se observó que la economía que registró valores positivos, pero con valores muy preocupantes pues son cercanos a 1, fue Malasia, lo cual significa que tanto la productividad parcial del trabajo se encuentra en equilibrio con la explotación que se realiza del bosque, es decir, en el caso que $IPS = IP$, no reporta una productividad sostenible, pero tampoco podría considerarse como espuria.

El lo que respecta a México, esta diferencia se aproximó a la unidad al inicio del periodo de análisis, acentuándose más la diferencia en el 2019, es decir, se ha ido incrementando la productividad auténtica para economía mexicana.

7.3. RESULTADOS DEL MODELO ECONÓMTRICO DE DATOS DE PANEL

Para la elaboración del modelo econométrico a desarrollar es importante señalar que se pudieron considerar las series para las 8 economías mencionadas: Canadá, Chile, Corea, Estados Unidos, Japón, Malasia, México y Nueva Zelanda. Lo anterior se debe a la misma ausencia de registros históricos en algunos periodos, sin los cuales no fue posible completar un panel para un mayor número de observaciones.

7.3.1. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE DEPENDENCIA DE SECCIÓN CRUZADA

Al aplicar la prueba de dependencia de sección cruzada en las series de nuestro interés, hay que destaca que se contrasta una hipótesis nula de no dependencia transversal y una hipótesis alternativa que establece la dependencia transversal. Se

verificaron los resultados con las pruebas de Breusch-Pagan, Pesaran escala LM y Pesaran CD. En todos los casos, la H_0 se rechaza, aceptando por tanto la existencia de una dependencia de sección cruzada (ver tabla 30).

Tabla 30. Resultados de la prueba de dependencia de sección cruzada

Prueba	Estadístico	Valor prob
Breuch-Pagan LM	282.1106	0.0000
Pesaran scaled LM	33.95695	0.0000
Pesaran CD	12.50263	0.0000

Fuente: Elaboración propia con base en resultados de Eviews 12Univ, 2022.

Al tomar considerar las pruebas realizadas, se puede decir que sí estamos en la presencia de una dependencia de sección cruzada para las series que se estudian.

7.3.2. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE RAÍZ UNITARIA

Puesto que la prueba de dependencia transversal reveló que existe dependencia, se procede a realizar las pruebas de raíz unitaria de segunda generación para las variables de interés, particularmente la prueba de Pesaran-CADF (2007) cuya H_0 : presencia de raíz unitaria y la H_1 : nos indica que la serie no presenta raíz unitaria. De manera individual, se realizó la prueba de raíz unitaria (ver tabla 31).

Tabla 31. Resultados de la prueba de raíz unitaria

Serie	Test Pesaran- CADF	
	Nivel	Primera diferencia
	p-value	p-value
Productividad Sostenible (Log IPS)	0.383	0.000
Stock de capital (Log SC)	0.123	0.019
Empleo (Log L)	0.204	0.006
Innovación (Log Inn)	0.108	0.016

Log= Logaritmo natural

Fuente: Elaboración propia con base en resultados de STATA 15, 2022.

Tomando en cuenta los resultados de la anterior prueba, se pudo aceptar la H_0 de que las series cuentan con raíz unitaria en niveles. Por tanto, se procedió a la aplicación de primera diferencia a las series involucradas y en todas ellas se puede rechazar la H_0 , aceptando la H_0 que indica que las series no cuentan con raíz unitaria o son estacionarias y poseen el mismo orden de integración, es decir, las series son integradas de orden uno I (1).

7.3.3. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE COINTEGRACIÓN

Una vez que se determinó que las series cuentan con el mismo grado de integración y comparten el mismo nivel, se procedió a llevar a cabo la prueba de cointegración de *Westerlund*, esta es una prueba que nos permite conocer si en las variables de estudio existe cointegración, dicha prueba plantea una H_0 : no existe cointegración entre las series y la H_1 : todos los paneles están cointegrados. Los resultados se presentan en la tabla 32.

Tabla 32. Resultados de la prueba de cointegración

Series: Log IPS, Log Sc, Log L, Log Inn	Westerlund	
	estadístico	p-value
Variance ratio	-2.4020	0.0082

Fuente: Elaboración propia con base en resultados de STATA 15, 2022.

La cointegración entre variables aleatorias es la presencia de una tendencia estocástica común. A partir de los resultados derivados de la prueba anterior, se puede con certeza rechazar la H_0 de no cointegración, lo cual nos lleva a aceptar la H_0 que indica la existencia de cointegración de las series a largo plazo.

7.3.4. MODELO DE REGRESIÓN AMG *AUGMENTED MEAN GROUP*

La estimación del modelo de regresión de grupo medio aumentado (AMG) presentada por primera vez en Eberhardt & Teal (2010), da cuenta de la dependencia transversal mediante la inclusión de un efecto dinámico común en la regresión del país. De acuerdo con Eberhardt & Bond (2009) esta variable se extrae de los coeficientes ficticios del año de una regresión agrupada en primeras diferencias y representa la evolución media equivalente a los niveles de los factores comunes no observados en todos los países. Siempre que los factores comunes no observados formen parte de la relación de cointegración específica de país, el modelo abarca la relación de cointegración, que puede diferir entre países.

La regresión que se aplicó a las series de datos objeto de análisis de la presente investigación es la AMG y se desarrolló tomando en cuenta las primeras diferencias de los datos expresados en logaritmos. El modelo comentado arrojó los siguientes resultados (ver tabla 33).

Tabla 33. Resultados del modelo de regresión AMG Augmented Mean Group Determinantes de la productividad sostenible de la industria de la madera, APEC, 1990-2019

Inips	Coef	z	P > z
$\Delta \log SC$	0.036757	0.00386709	0.007
$\Delta \log L$	0.297325	0.04515808	0.000
$\Delta \log Inn$	0.133466	0.01975979	0.001
cons	0.465962	0.02603563	0.006

Fuente: Elaboración propia con base en resultados de STATA 15, 2022.

Los valores para los parámetros β obtenidos mediante este modelo, son significativos y con un nivel de confianza de 99%, se puede decir que sí se encontró

relación entre las variables explicativas *stock* de capital, trabajo e innovación, con la variable dependiente: productividad sostenible.

Los coeficientes obtenidos se acompañan de signos positivos, que eran los esperados y con base en ello, se puede afirmar que la variable trabajo (expresada a través del personal ocupado en la industria) es la que mayor incidencia positiva tiene sobre la productividad sostenible de la industria de la madera con un coeficiente de 0.297325. Este coeficiente nos indica que un incremento en un punto porcentual del personal ocupado en la industria de la madera, genera un incremento favorable en el índice de productividad sostenible de dicha industria de 0.30%.

La innovación (expresada como el número de patentes tecnológicas registradas en *IP3*), como variable explicativa de modelo, se manifiesta en segundo lugar de importancia, con un coeficiente positivo igual a 0.133466, lo cual significa que un aumento de un punto porcentual en el número de patentes tecnológicas registradas en *IP3*, provoca un aumento de 0.13% en el índice de productividad sostenible de la industria de la madera de México y las economías analizadas para Asia-Pacífico.

Finalmente, se encuentra el *stock* de capital con un coeficiente igualmente positivo de 0.036757. Esto significa que el aumento de un punto porcentual en el *stock* de capital dentro de la industria de la madera, genera un aumento del 0.04% en el índice de productividad sostenible para la industria de la madera.

CONCLUSIONES

La industria de la madera encierra una actividad que ha sido desarrollada tradicional e históricamente en la humanidad, ello obedece a la importancia y a la gran utilidad que la madera ha tenido en las sociedades. Sin embargo, la creciente atención hacia la construcción de una conciencia social sobre el daño medioambiental, ha propiciado la atención en el aprovechamiento sostenible de los recursos forestales (Navarro *et. al*, 2022).

La sustitución de madera por recursos no renovables, como el carbón, el plástico o el hormigón como alternativa, ha resultado no ser una idea sostenible, es por ello que la industria maderera sigue siendo una opción viable en tanto este recurso genera beneficios como fuente de materia prima y renovable para diversos usos.

Al considerar las actividades de deforestación por conversión de los bosques a otros usos de la tierra, que han venido realizando algunas economías desde 1990, destaca que para el año 2000 sólo el 33 por ciento de las economías del APEC habían registrado actividades de expansión forestal que superaron la deforestación; lo anterior concuerda con una gran actividad productiva de maderables que ubica a

la región como la mayor comercializadora de este bien, ello pese a los compromisos con el desarrollo sostenible que las economías del APEC han formalizado desde la década de los noventas.

En este sentido, habiendo integrado una visión de producción desde la perspectiva sostenible, y como objetivo general de esta investigación, se llevó a cabo el estudio de los determinantes de la productividad sostenible para la industria de la madera, considerando a México y las economías de Asia-Pacífico durante 1990 a 2019. Las actividades industriales que se consideraron, fueron las de Canadá, Corea, EE.UU., Japón, Malasia, México, Nueva Zelanda y Singapur.

Para la identificación de los determinantes de la productividad sostenible en la industria de la madera, se utilizó la metodología econométrica de datos de panel, iniciando con la prueba de dependencia transversal en el panel, lo cual nos condujo a determinar que al existir dependencia en las series, lo propio es el uso las pruebas de raíz unitaria de segunda generación, específicamente el *test cross-sectional average* (CADF), de Pesaran; adicionalmente se realizó la prueba de Westerlund para la verificar la H_0 de no cointegración y se determinó el uso del modelo *Augmented Mean Group* (AMG) para la estimación del modelo, considerando los resultados arrojados en las pruebas anteriores,

En la correcta implementación del modelo econométrico, la integración del concepto de sostenibilidad resultó un factor fundamental para la presentación del IPS como la variable dependiente (y) de nuestro análisis, el uso responsable de un recurso que es un bien común, puede ser considerado como una ventaja competitiva sostenible,

si se enfatiza en el cuidado del mismo en tiempo. Cuando los recursos del bosque son gestionados adecuadamente, estas acciones pueden favorecer indudablemente a la lucha contra deterioro del medioambiente y su consecuente cambio climático, y es de suma importancia resaltar que este recurso específico, puede volverse una ventaja comparativa sostenida en tanto es un recurso difícil de imitar e insustituible (Navarro *et. al*, 2022).

Desde un punto de vista vinculado al desarrollo sostenible, la productividad sostenible toma en cuenta de manera integral, las necesidades de crecimiento económico del sector particular y la modificación de los modos de consumo de recursos naturales. Al no considerar de manera simultánea la expansión de los mercados con la sostenibilidad en beneficio del nivel de vida de la población, se estaría contemplando una competitividad 'espuria', de acuerdo con la definición de Fajnzylber (1988).

De la misma forma que los estudios que engloban la teoría del valor trabajo estiman la cantidad de trabajo directa e indirectamente necesaria para obtener una unidad de cualquier producto, así puede determinarse la cantidad de contaminación incorporada en la misma producción (Leontief W. , 1970). El no tomar en cuenta este aspecto cuando se contrasta la productividad dentro de sectores cuya base productiva descansa sobre el uso de los recursos comunes, podría derivar en la obtención de resultados espurios de la productividad.

Por este motivo, antes de la elaboración del modelo econométrico, fue imprescindible la construcción de un IPS, presentado como propuesta de una forma

de medición donde se vincula a la sostenibilidad dentro de la medición coloquial para la productividad, poniendo énfasis en el hecho de, si bien un sistema forestal sostenible necesita proporcionar madera, productos y servicios nacionales, además de servicios ecológicos globales (Sejo, 2005), incluso cuando la actividad industrial relacionada con la madera genera un impacto en el bosque, ésta no tiene porqué ser perjudicial para los valores ambientales.

Posterior a la identificación de los elementos integradores del indicador denominado índice de productividad sostenible (IPS), se consideró la metodología de análisis de datos de panel, tomando como variable dependiente el IPS para $T= 30$ y $N= 8$. La selección de las economías en el panel de análisis, fue determinada en función de la información estadística y registros históricos que pudieron recabarse de las diversas bases de datos, confiables y además existentes para el periodo de estudio.

Los resultados del índice de productividad sostenible revelaron en primer lugar a Corea y Singapur como economías con un comportamiento de regresión en su capacidad de regeneración ambiental, es decir, tomando en cuenta la explotación del recurso forestal para actividades de producción en la industria de la madera, es mayor a la capacidad de regeneración de dicho recurso, debido a lo anterior el bosque registra un déficit en las economías señaladas. Evidencia de esta situación es posible verificarse con el índice de regeneración ambiental (IRA), el cual está ligado con el índice de productividad sostenible (IPS), donde los resultados exponen valores de IPS en aumento, pero dichos aumentos no son suficientes para compensar al índice parcial de productividad laboral (IP) para la industria de la madera (Navarro, *et. al*, 2022).

En relación con la evidencia encontrada para Japón, se pudo verificar que se da la misma situación de déficit del recurso forestal en el periodo 1990- 2000 y que, a partir del 2001 los valores para el índice de regeneración ambiental y para el índice de productividad parcial del trabajo, mostraron cambios significativos hacia la producción sostenible en la industria de la madera (Navarro, *et. al*, 2022).

Como se presenta en Navarro *et. al* (2022), las economías con una capacidad de regeneración ambiental creciente o en equilibrio fueron las que, a pesar del uso de sus recursos forestales utilizados en actividades de producción, han logrado mantener un superávit del recurso forestal. Canadá se manifestó como una economía modelo, en tanto logró el mejor comportamiento del IRA y del IPS, seguido por Estados Unidos en segundo lugar, Nueva Zelanda en tercero, México en cuarta posición y Malasia en el quinto puesto.

Una vez obtenida la primera parte del desarrollo metodológico, se procedió a elaborar el análisis econométrico realizado a partir de los elementos discutidos para la productividad que considera la sostenibilidad, tomando al IPS como variable dependiente; se observaron resultados significativos para las variables de estudio.

En primer lugar, se mostró la influencia del factor trabajo, presentado como el número de personas empleadas en la industria maderera para cada economía, como un elemento relevante para la generación de productividad sostenible en la industria de la madera, ya que éste influye directamente. Ello en concordancia con las ideas de Mill que, siguiendo a Ricardo reconoce que el trabajo humano valoriza los objetos y ese valor es traspasado a lo largo de la producción (Mill, 1951)

En segundo lugar, se mostró a la innovación como factor relevante en la procuración de mayores niveles de productividad sostenible, destacando que en comercialización internacional, la innovación se vuelve un incentivo que propicia la búsqueda de innovaciones en la organización productiva, combinaciones comerciales, y una mejor utilización del resto de los factores, a la vez que se garantiza el suministro de recursos renovables y una mejor gestión del recurso.

Finalmente, para la variable capital también se pudo observar su influencia positiva, en tercer lugar de importancia, para el logro de una productividad sostenible. Esta variable es relevante en el sentido que lo señala Smith (trad. en 1994), ya que el número de trabajadores productivos no podrá incrementarse sino como consecuencia del aumento del capital

Para México, es importante tomar como referencia las actividades que Canadá, EE.UU. o Nueva Zelanda están llevando a cabo para mejorar en cuestión de aprovechamiento forestal sostenible y productividad sostenible, pues ellos son referentes para México en tanto tienen indicadores mayores.

Tanto para México, como para el conjunto de las economías analizadas, la hipótesis planteada con base en la revisión de los referentes teóricos, se acepta como plausible. Ya que, para el caso específico de la industria de la madera en el periodo de estudio, se mostró la productividad sostenible, así como su comportamiento el cual pudo verificarse con el uso de un indicador cuantitativo, comparable y confiable, encontrándose una relación directa entre el IPS y las variables mano de obra, innovación y *stock* de capital.

Finalmente, al realizarse una revisión de los principales referentes teóricos sobre el estudio de la productividad, destaca la industria de la madera como una de las excepciones en la teoría de Adam Smith, puesto que la explotación inmoderada de un recurso común limitado, como lo es el recurso forestal, logra ser perjudicial para un colectivo; en este caso la medición de la productividad sostenible provee los elementos necesarios para la medición de la productividad en los mercados donde la búsqueda del beneficio propio no necesariamente beneficia a la sociedad. De lo anterior, se abre la posibilidad de que estos óptimos puedan alcanzarse mediante la regulación o intervencionismo en aquellas industrias donde se usa algún tipo de recurso natural y que podrían ponerse de manifiesto en el largo plazo.

RECOMENDACIONES

La industria de la madera es una industria cuya base principal de recursos productivos es el uso de un bien común o un recurso natural, los aumentos en la productividad de estos sectores no deben significar o implicar una explotación intensiva o descontrolada. Para ampliar el campo de conocimiento e investigación objetiva sobre la productividad en sectores que comparten esta característica, deben ser tomados de manera muy cuidadosa los elementos que tienen que ver con el aprovechamiento responsable o sostenible en actividades productivas.

Si bien es cierto que existen estudios que versan sobre el aprovechamiento forestal desde el enfoque ecológico o económico, dentro de ellos se denota la importancia que tienen temas como la conservación de las especies o el impacto económico en términos de empleos o volúmenes de producción, o del uso de nuevos procesos técnicos o tecnológicos, sin embargo, ninguno de ellos ha logrado integrar ambas visiones.

La realización de estudios sobre la industria de la madera, donde se tome en cuenta de manera vinculante a la productividad sostenible, es importante no sólo para México sino para el conjunto de economías que siguen obteniendo fuentes de empleo e ingresos sustanciales por esta actividad, ya que como se ha expuesto en el presente trabajo de investigación, ésta industria provee bienes necesarios y de gran utilidad al mercado.

El realizar este tipo de análisis es importante ya que muestran la existencia de una productividad que se vea acompañada de un equilibrio en el uso de recursos o bienes públicos y no a costa de ellos, como lo es la tierra y el agua, es decir una productividad auténtica. De no hacerlo, se seguirán reportando sólo avances en la productividad que, al no contemplar los efectos negativos e intangibles, muchas veces resultan ser espurios. Con lo anterior, será entonces posible hacer propuestas efectivas para la mejora en las actividades productivas de este tipo de industrias.

De manera particular para las economías de APEC, a partir de los resultados sobre los determinantes de la productividad sostenible de la presente investigación, se destaca como un reto la atención sobre la gestión sostenible de los recursos forestales, y la incorporación de tecnologías o productos nuevos y de utilidad en el sector maderero, al haber resultado la innovación como elemento sustancial en el logro de la productividad sostenible de la industria de la madera.

Es cierto que el APEC ha realizado esfuerzos para que las economías miembros tomen pasos concretos en el combate al comercio de derivados de la tala ilegal, sin embargo, actualmente el grupo de expertos en tala ilegal y comercio asociado

(EGILAT) establecido por el APEC, no ha considerado en sus planes estratégicos quinquenales un mecanismo de evaluación consensuado para resolver el problema de la degradación ambiental, particularmente del sector forestal. En términos generales, se da la participación activa de miembros de las economías, en el trabajo realizado por EGILAT, compartiendo experiencias, asistiendo a reuniones y reportando las estrategias implementadas, etcétera, pero se recomienda ampliamente incluir en su 'plan estratégico' el establecimiento de metas concretas en favor de la disminución de las emisiones de CO₂, tales como el mantenimiento de un superávit del recurso forestal medible a través del índice de regeneración ambiental.

Particularmente, en relación con la búsqueda por disminuir las actividades de deforestación y por lograr los aumentos en la biocapacidad del recurso forestal, es importante fortalecer la normatividad en cuanto a la vigilancia del cambio de uso de suelo y de actividades ilegales de tala y de comercio relacionado en las economías que integran el Foro de Cooperación Asia-Pacífico. Se puede implementar, mediante el grupo de expertos ya establecido, un marco de transparencia donde las economías informen las medidas adoptadas y los progresos obtenidos, no como un código de conducta sugerido, sino más bien como una propuesta con procedimientos evaluables de forma periódica.

En ese sentido, también se presenta el IPS como una propuesta factible e innovadora para la medición la productividad sostenible, medición con la que es posible realizar comparaciones, relaciones o tendencias, por lo cual se recomienda el uso de esta herramienta en industrias de las cuales existen registros utilizables

como lo es la industria de la construcción que también tiene un impacto al desarrollo sostenible por el cambio en el uso del suelo, al igual que en el sector agrícola, en tierras de cultivo y pastoreo y en las actividades pesqueras.

De manera particular, destaca la economía de Corea en la cual su productividad espuria se mostró evidente, pero también nos enseñó que es posible revertir el problema medioambiental presentado en el sector forestal, para ello en el caso de Corea es pertinente por un lado, reforzar los proyectos ya existentes de recuperación de bosques y gestión sostenible, con la inclusión de los representantes en el sector para lograr una colaboración conjunta y programas de acción concretos con metas para todas las partes. Por otro lado, se sugiere reforzar los incentivos a las buenas prácticas e innovación ya existentes, y donde participan los diferentes actores del nivel central y local. Todo lo anterior necesariamente requiere la construcción de nuevos indicadores que incorporen más control sobre la erosión y protección del bosque.

Para Singapur la problemática de productividad espuria persiste a pesar de sus innumerables esfuerzos de concientización y participación de sus pobladores en el *Plan Verde de Singapur para 2030*. La formación de hábitats con la densificación vegetal de especies nativas es uno de los pilares para el desarrollo verde de esta economía, sin embargo, la incorporación de áreas verdes para la recreación debe complementarse con políticas de regulación y mejora en la gestión sostenible de las plantaciones con fines productivos.

Para México, que también cuenta con productividad auténtica, los peligros de reducir el superávit forestal con que cuenta, son latentes. El aumento de las actividades ilegales e informales de extracción pone en riesgo la productividad auténtica de dicha economía; a menos que se refuercen las políticas, leyes, regulaciones y otras mediciones para el combate a la tala ilegal, la tendencia hacia una pérdida de los recursos forestales no podrá revertirse.

Se espera que la metodología propuesta en este trabajo, y sus hallazgos, contribuyan para el desarrollo de nuevas líneas de investigación que impulsen la generación del conocimiento, considerando entre otros aspectos, que no existen en el caso de México, registros sobre productividad sostenible a nivel de industria, sector y subsector de actividad; se recomienda ampliar registros e integrarlos con las estadísticas económicas ya existentes.

Es importante señalar que, derivado de los resultados, esta investigación ofrece materiales para la consideración de algunos aspectos de relevancia teórica, como lo es la posibilidad de contrastar el índice de regeneración ambiental con la hipótesis presentada como la curva de Kuznets ambiental, la cual destaca el deterioro ambiental como una función creciente del nivel de actividad económica, con la finalidad de discutir si en el caso de estudio particular se presenta ésta relación.

Además de lo anterior, es preciso promover aquellas investigaciones que con el uso de otras variables representativas -como el considerar los salarios como valor del producto del trabajo, y no con el número de personas empleadas, por ejemplo- del déficit o superávit ambiental, permitan contrastar los valores de aquéllas con un

mayor efecto sobre la productividad sostenible; de igual manera se sugiere realizar un análisis contemplando un mayor número de economías de APEC.

En otro orden de ideas, es necesario señalar que el periodo comprendido por la presente investigación culmina en 2019, año previo a la declaración de la COVID-19 como pandemia de coronavirus y que trajo consigo un efecto socioeconómico disruptivo a nivel mundial. Es por ello que se recomienda la realización de investigaciones en torno a los efectos de la productividad sostenible puntualizando sobre un antes y un después de la pandemia, considerando que el efecto y el alcance de esta enfermedad provocó, entre otras cosas, el colapso y/o paralización de varias industrias, con una consecuente tasa de desempleo y serias perturbaciones en las demandas.

Finalmente se recomienda tomar con discreción los resultados de la presente investigación en tanto que la medición de las variables está en función de la especificación de los indicadores considerados. Si bien se han tomado en cuenta las bases de datos más confiables y completas, es posible tomar diferentes indicadores para la medición de las mismas variables, con lo cual los resultados pueden cambiar. Adicionalmente la aplicación para otras industrias se debe tomar con la reserva de que cada industria tiene sus peculiaridades y habrá la necesidad de construir un indicador propio de productividad sostenible, con datos que contabilicen el uso exclusivo de ese recurso.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Ahmed, G., Arshad, M., Mahmood, T., & Afzal, M. (2017). Trade liberalization and Industrial Productivity: Evidence from Manufacturing Industries in Pakistan. *The Pakistan Development Review*, 56 (4), 319-348.
- Almon, C. (1999). *The Craft of economic modeling*. Needham Heights, Ginn Press.
- Ali, A. y Seiford, L. M. (1993). *The Mathematical Programming Approach to Efficiency Analysis*. In H. Fried, C. Lovell, & S. Schmidts, *The Measurement of Productivity Efficiency. Techniques and Applications*. New York: Oxford University Press.
- Amiti, M., y Konings, J. (2005). Trade Liberalization, Intermediate Inputs and Productivity: Evidence from Indonesia. *Centre for Economic Policy Research* (5104), 1-42.
- Andreoni, J., y Levinson, A. (2001). The simple analytics of the environmental Kuznets curve. *Journal of Public Economics*, 80(2001), 269-286.
- APEC. (2019, 10 23). Asia- Pacific Economic Cooperation. Retrieved from <https://www.apec.org/About-Us/About-APEC/Achievements-and-Benefits>
- Apergis, N., Economidou, C., y Filippidis, I. (2008). *Innovation, Technology Transfer and Labor Productivity Linkages: Evidence from a Panel of Manufacturing Industries*. Universiteit Utrecht, School of Economics. The Netherlands: Tjalling C. Koopmans Research Institute.
- Arrow, K., Bolin, B., Constanza, R., Dasgupta, P., Folke, C., Holling, C.S., Jansson, B., Levin, S., Maler, K., Perrings, C. y Pimentel, D. (1995). Economic growth, carrying capacity, and the environment. *Ecological Economics*, 15 (1995), 91-95.
- Ayvar, F. J., Chavez, J. C. L., y Delfin, O. V. (2018). Competitividad y productividad del sector agropecuario mexicano en APEC, 1980-2015. *PORTES. Revista Mexicana de Estudios sobre la Cuenca del Pacífico*, 12, 7-30.
- Badeeb, R. A., y Lean, H. H. (2017). Natural Resources and Productivity: Can Banking Development Mitigate the Curse? *Economies*, 11 (5), 1-14.

- Banerjee, A., Lumsdaine, R. L., y Stock, J. H. (1992). Recursive and sequential test of the unit-root and trend-break hypotheses: Theory and international evidence. *Journal of business & economic statistics*, 10(3), 271-287.
- Baronio, A., y Ana, V. (2014, noviembre). *Económicos*. Retrieved agosto 2020, from <http://www.econometricos.com.ar/wp-content/uploads/2012/11/datos-de-panel.pdf>
- Barreto, P., Amarral, P., Vidal, E., y Uhl, C. (1998). Costs and benefits of forest management for timber production in eastern Amazonia. *Forest Ecology and Management*, (108), 9-26.
- Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99-120.
- Bas, M., Johansson, Å., Murtin, F., y Nicoletti, G. (2016). The effects of input tariffs on productivity: panel data evidence for OECD countries. *Review of World Economics*, 152 (2), 401-424.
- Baumol, W. J., Blackman, S. A., y Wolf, E. N. (1989). Productivity and American leadership. *Review of income and wealth*, 4(38), 475-496.
- Bergoeing, R., Kehoe, P., Kehoe, R., y Soto, R. (2002). A decade lost and found: Mexico and Chile in the 1980s. *Review of Economic Dynamics*, 5, 166-205.
- Bianco, C. (2007). *¿De qué hablamos cuando hablamos de competitividad?* Centro de estudios sobre ciencias, desarrollo y educación superior.
- BID. (2002). Instrumentos institucionales para el desarrollo de dueños de pequeñas tierras de vocación forestal. Mexico: BID.
- (9 de septiembre de 2022). *Banco Interamericano de Desarrollo*. Obtenido de [iadb.org](https://www.iadb.org): <https://www.iadb.org/es/acerca-del-bid/perspectiva-general>
- Blanco, R. G. (2011). *Diferentes teorías del comercio internacional*. ICE. Tendencias y nuevos desarrollos de la teoría económica, 103-118.
- Blázquez, J., y Santiso, J. (2004). Mexico: is it an ex-emerging market? *Journal of latin american studies*, 36, 297-318.
- BM. (2021). *Banco Mundial. BIRF. AIF*. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/>
- (2022). *Banco Mundial*. Obtenido de [databank.worldbank.org: https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=2&series=NE.GDI.TOTL.ZS&country=](https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=2&series=NE.GDI.TOTL.ZS&country=)
- Boerger, L. (2016). Exploring Economics. Retrieved September 5, 2019, from www.exploring-economics.org: <https://www.exploring-economics.org/es/orientacion/economia-neoclasica/>
- Borger, B. d., y Buongiorno, J. (1985). Productivity growth in the paper and paperboard industries: a variable cost function approach. *Canadian Journal of Forest Research*, 15(6), 1013-1020.
- Breusch, T. S., y Pagan, A. R. (1980). The Lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. *Econometrica*, 47(1), 239-253.

-
- Brown, P. E. (august de 1957). The meaning of the fitted Cobb-Douglas function. *The Quarterly Journal of Economics*, 71(4), 546-560.
- Buckley, P. J., y Casson, M. (1976). A Long-run Theory of the Multinational Enterprise. En *The Future of the Multinational Enterprise*. London: Palgrave Macmillan.
- Bunge, M. A. (2013). *La ciencia, su método y su filosofía*: Laetoli.
- Bunge, M. A. (2000). *Investigación Científica*. México: Siglo XXI.
- Cambridge Econometrics. (2003). *Cambridge Econometrics*. Obtenido de camecon.us: https://www.camecon.us/?camecon_site_pref=yes
- Cameron, G., Proudman, J., y Redding, S. (2000). Openness and its association with productivity growth in UK manufacturing industry. Bank of England. London: Bank of England.
- Cardozo, P. P. (2007). Teorías de Internacionalización. *Panorama*, 1 (3), 4-23.
- Cásar, J. I. (1993). La competitividad de la industria manufacturera mexicana. 1980-1990. *El Trimestre Económico*, 60 (237(1)), 113-183.
- Catalán, H. (2014). Curva Ambiental de Kuznets: implicaciones para un crecimiento sustentable. *Economía Informa*, 2014(389),19-37.
- CEPAL. (1990). Transformación productiva con equidad. *Novos estudios CEBRAP* (S.90.II.G.6).
- Chamberlin, E. H. (1933). *The Theory of Monopolistic Competition*. London: Oxford University Press.
- Chávez, J. C. (1995). La productividad total de los factores de la industria manufacturera en México 1980-1993: Una metodología alternativa. *Ciencia Nicolaita*, 10, 21-46.
- Chiavetta, U., Lasserre, B., Di Martino, P., & Marchetti, M. (2014). A simple multivariate analysis to assess diversity in a complex long-term managed forest area in central Italy. *Plant Biosystems*, 149 (5), 1015-1024.
- Choi, I. (2001). Unit root tests for panel data. *Journal of International Money and Finance*, 20 (2001), 249-272.
- Chudik, A. y Pesaran, M. H. (2015). Common Correlated Effects Estimation of Heterogeneous Dynamic Panel Data Models with Weakly Exogenous Regressors. *Journal Economics*, (188) 393–420.
- Chudnovsky, D., y Porta, F. (1991). *La competitividad internacional. Principales cuestiones conceptuales y metodológicas*. Uruguay: Documento de trabajo FCS-DE; 3/91.
- Chun, N., y Lee, S. (2015). Bonus Compensation and Productivity: Evidence from Indian Manufacturing Plant-Level Data. *Journal of Productivity Analysis*, 43 (2), 47-58.
- Cin, B. C., Kim, Y. J., y Vonortas, N. S. (2016). The impact of public R&D subsidy on small firm productivity: evidence from Korea SMEs. *Small Business Economics*, 48 (2), 345-360.

-
- Cobb, C. W., y Douglas, P. H. (1928). A theory of production. *American economic review*, 10(1928), 139-165.
- CONAFOR. (2018). Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Informe de resultados 2009-2014. México: CONAFOR.
- (2012). *Programa de Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales. A 15 años de su creación*. Zapopan, Jalisco, México: CONAFOR.
- (2015). *Perspectivas Sectoriales de la Industria de la madera y el papel*. Ciudad de México: Comisión Nacional Forestal.
- CONAFOR-SIREM. (2017). México: Perspectivas de la Industria Forestal. Ciudad de México: CONAFOR-SIREM.
- CONACYT-Gobierno de la República. (2014). *Agenda de innovación de Michoacán*. Diagnóstico del sistema de innovación. México: CONACYT.
- Coriat, B. (1997). *Los desafíos de la competitividad*. Buenos Aires: CBC .
- Cuello, M. (2020). ¿Competitividad genuina o espuria? Acumulación de capacidades y rasgos del empleo argentino en las últimas décadas. En G. Dabat, S. Paz (Coord.), *Competitividad Argentina: Limitaciones, retos y oportunidades* (1a edición ed., págs. 35-58). Bernal, Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional de QuilmesDaniels, J. D., Radebaugh, L., y Sullivan, D. (2010). *Negocios Internacionales*. Mexico: Pearson Educación.
- Cuevas, V. (2008). Efectos de la productividad laboral en las exportaciones manufactureras mexicanas. *Comercio Exterior*, 58(6), 465-479.
- Deloya, M. C. (2017). Tendencia histórica de la producción maderable en el México contemporáneo. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 8 (43), 4-26.
- De la Mora, G. (2003). *El Comercio Internacional y el sector forestal en México*. Mexico, D.F.: Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible.
- Debreu, G. (1951). The Coefficient of resource utilization. *Econometrica*, 19 (3), 273-292.
- Diewert, W. E. (1992). The Measurement of Productivity. *Bulletin of Economic Research*, 44 (3).
- Diewert, E. (2013). *The challenge of total factor productivity*. Vancouver, Canada: University of British Columbia.
- Dinda, S. (2005). A theoretical basis for the environmental Kuznets curve. *Ecological Economics*, 53(3), 403-413.
- DIT/BEIS. Comercio nternacional de bienes y servicios basado en datos de Comtrade de la ONU. (2020, mayo 9). Comercio nternacional de bienes y servicios basado en datos de Comtrade de la ONU. Retrieved from <https://dit-trade-vis.azurewebsites.net/?reporter=826&type=C&year=2018&flow=2&commodity>

-
- Dobb, M. (2002). *Theories of value and distribution since Adam Smith. Ideology and economic theory*. New York, USA: Cambridge University Press.
- DOF. (2018). Decreto que expide la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Ciudad de México: DOF.
- Eberhardt, M. y Bond, S. (2009). Cross section dependence in nonstationary panel models: a novel estimator. *Munich Personal Repec Archive (17870)*, 1-28.
- Eberhardt, M. y Teal, F. (2010). *Productivity Analysis in Global Manufacturing Production*. University of Oxford: Oxford, UK.
- Engle, R. F., y Granger, W. J. (1987). Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing. *Econometrica*, 55(2), 251-276.
- Esser, K., Hillebrand, W., Drick, M., y Meyer-Stamer, J. (1996). Competitividad Sistémica. Competitividad internacional de las empresas y políticas requeridas. *CEPAL (59)*, 171-203.
- Fajnzylber, F. (1988). Competitividad internacional. Evolución y lecciones. *Revista de la CEPAL (36)*, 7-24.
- (1989). Growth and equity via austerity and competitiveness. *The Annals of the American Academy of Political and Social Science (505)*, 80-91.
- FAO. (2014). El estado de los bosques del mundo 2014. Retrieved from www.fao.org/forestry/sofo/es/
- (2016). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- (2020). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Retrieved from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO>
- (2019). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Retrieved from <http://www.fao.org/forestry/nwfp/6388/es/>
- (2021). *El estado de los bosques del mundo. Los bosques, la diversidad y las personas*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- (2022). *El estado de los bosques del mundo*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura .
- Färe, R., Grosskopf, S., y Margaritis, D. (2001). APEC and the Asian Economic Crisis: early signals from productivity trends. *Asian Economic Journal*, 15 (3), 325-341.
- Farhadi, M., Islam, M., y Moslehi, S. (2015). Economic Freedom and Productivity Growth in Resource-rich Economies. *World Development*, 72, 109-126.
- Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. Part III. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120, 253-290.
- Fillis, I. (2001). Small firm Internationalization: An investigative survey and future research directions. *Management Decision*, 39 (9), 767-783.

- Fleisher, B. M., Hu, Y., Li, H., y Kim, S. (2011). Economic transition, higher education and worker productivity in China. *Journal of Development Economics*, 94(1), 86-94.
- FODAFO. (2020). *Footprint Data Foundation*. Obtenido de fodafo.org: <https://www.fodafo.org/>
- (2022). *Footprint Data Foundation*. Obtenido de fodafo.org: <https://www.fodafo.org/>
- Forest Stewardship Council-México. (2009). *Estándares Mexicanos para la Certificación del Manejo Forestal FSC*. México D.F.: FSC.
- Fragoso, E. (2003). Apertura comercial y productividad en la industria manufacturera mexicana. *Economía Mexicana. Nueva Época*, XVII (1), 5-38.
- Frank, D. L., Ghebremichael, A., Oum, T. H., y Tretheway, M. W. (1990). Productivity performance of the Canadian pulp and paper industry. *Canadian Journal of Forest Research*, 20(6), 825-836.
- Frantzen, D. (2003). The Causality between R&D and Productivity in Manufacturing: An international disaggregate panel data study. *International Review of Applied Economics*, 17 (2), 125-146.
- Freire-Seoane, M.J., López, B., De la Peña, I. (2020). Efectos del transporte marítimo en contenedores sobre el crecimiento económico en los países de la costa oeste de América Latina. *Revista de la CEPAL*, (130), 91-108.
- Garzón, G. R. (2001). 2001: el año de Cournot. *SUMA*, 15-22.
- Griliches, Z. (1963). The Sources of measured productivity growth: United States agriculture, 1940-1960. *Journal of Political Economy*, 71(4), 331-346.
- (1998). Productivity puzzles and I&D: Another no explanation. *The Journal of Economic Perspectives*, 2(4), 9-21.
- Grossman, G. M., y Krueger, A. (1995). Economic growth and the environment. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(2).
- Gobierno de México. (2014). Programa Nacional Forestal 2014-2018. México: Gobierno de la República.
- (2019, 07 10). Secretaría de agricultura de desarrollo rural. Retrieved from <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/tratados-comerciales-un-punto-a-favor-de-mexico>
- Guerrero, D. (2018). *Competitividad: Teoría y Política*. Barcelona: Ariel.
- Gujarati, D. N., y Porter, D. C. (2010). *Econometría*. (M. Hill, Ed., & P. C. Villarreal, Trans.) México D.F.: 5a. edición.
- Hay, D. A., y Morris, D. J. (1991). Industrial economics and organization. *Oxford University Press*.
- Hoyer, R., y Hoyer B., B. (2001). What is Quality?. *Quality Progress*, 34, 52-62.
- Heckscher, E. (1919). The effect of foreign trade on the distribution of income. *Ekonomisk Tidskrift*, 21(1919), 497-512.

-
- context, differing measures, and empirical methods matter?. *Industrial and labor relations review*, 70 (2), 395-418.
- Jorgenson, D. W., y Griliches, Z. (1967). The Explanation of Productivity Change. *The Review of Economic Studies*, 29 (34), 249-280.
- Jorgenson, D. W., Gollop, F., y Fraumeni, B. (1987). *Productivity and U.S. Economic Growth*. Amsterdam: North-Holland-Amsterdam Oxford.
- Kant, S., y Nautiyal, J. C. (1997). Production Structure, Factor Substitution, Technical Change, and Total Factor Productivity in the Canadian Logging Industry. *Journal of Forest Research*, 27, 701-710.
- Kao, C. (2000). Data envelopment analysis in resource allocation: An application to forest management. *International Journal of Systems Science*, 31 (9), 1059-1066.
- Kendrick, J. W. (1961). *Productivity Trends in the United States*. N. J. United States of America: Princeton University Press.
- Kendrick, J., y Creamer, D. (1965). *Measuring Company Productivity*. *Studies in Business Economics*. National Industrial Conference Board.
- Kılıçaslan, Y., Sickles, R. C., Kayış, A. A., y Üçdoğ, Y. (2017). Impact of ICT on the productivity of the firm: evidence from Turkish manufacturing. *Rice Initiative for the Study of Economics*, 47, 277-289.
- Konings, J., y Vanormelingen, S. (2015). The impact on productivity and wages: Firm-level evidence. *The Review of Economics and Statistics*, 97 (2), 485-497.
- Koopmans, T. C. (1951). Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities. In T. C. Koopmans, *Activity Analysis of Production and Allocation* (pp. 33-97). New York: John Wiley.
- Korkmaz, M. (2011). Measuring the productive efficiency of forest enterprises in Mediterranean Region of Turkey using data envelopment analysis. *African Journal of Agricultural Research*, 6 (19).
- Krugman, P. (1979). increasing returns, monopolistic competition, and international trade. *Journal of International Economics*, 469-479.
- (1980). Scale Economies, product differentiation and the pattern of trade. *American Economic Review*, 950-959.
- (1987). The narrow moving bands, the dutch disease and the competitive consequences of mrs. Thatcher: Notes on trade in the presence of dynamic scale economies. *Journal of Development Economics*(27), 41-55.
- Krugman, P., y Helpman, E. (1996). *Market structure and foreign trade. Increasing returns, imperfect competitions, and the international economy*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Krugman, P., y Obstfeld, M. (2006). *Economía Internacional. Teoría y Política*. Madrid: Pearson Education.

-
- Krugman, P., y Wells, R. (2006). *Microeconomics*. New York & Basingstoke: Reverté.
- Kuznets, S. (1955). Economic growth and income inequality. *American Economic Review*(49), 1-28.
- Labarca, N. (2007). Consideraciones teóricas de la competitividad empresarial. *OMNIA*, 13 (2),158-184.
- Lavados, H. (2007). *Teorías del Comercio Internacional. Modelos y algunas evidencias empíricas: Una revisión bibliográfica*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Lebel, L., y Stuart, W. (1998). Technical efficiency evaluation of logging contractors using a nonparametric model. *Journal of Forest Engineering*, 9 (2), 15-24.
- Leontief, W. (1937). Interrelation of prices, output, savings, and investment. *The Review of Economics and Statistics*, 19(3), 109-132.
- Levin, A., Lin, C.F., y Chu, J. C.-S. (2002). Unit root tests in panel data: asymptotic and finite-sample properties. *Journal of Econometrics*, 108(2002), 1-24.
- Lima, J. E. (2008). *Indicadores de comercio exterior y política comercial: mediciones de posición y dinamismo comercial*. Santiago de Chile: CEPAL.
- López, R. V. (2016). *Competitividad espuria y desempeño exportador en la manufactura mexicana*. Red Internacional de Investigadores en Competitividad, (pp. 804-822) ISBN 978-607-96203-0-5.
- López, M.C, López, M.C., Maside, J.M., Iglesias, A. (2012). Análisis de la integración de los mercados hipotecarios mediante técnicas para paneles de datos. *Revista de Economía Mundial*, 2012 (32), 189-213.
- Los, B., y Vespagen, B. (2000). R&D spillovers and productivity: Evidence from U.S. manufacturing microdata. *Empirical Economics* (25), 127-148.
- Lugones, G. (2001). *Teorías del Comercio Internacional*. Quilmes, Ed. Buenos Aires: Colección Economía y Sociedad.
- Lundahl, M. (2015). *Seven figures in the history of Swedish economic thought. Knut Wicksell, Eli Heckscher, Betil Ohlin, Torsten Gärldund, Sven Rydenfelt, Staffan Buernestam Linder and Jaime Behar*. England: Palgrave Macmillan.
- Macías, S. (2008). *Productividad y Competitividad en la PYMES*. In S. E. (SELA), *Pymes: Una visión estratégica para el desarrollo económico y social* (pp. 89-106). Venezuela: Horizonte C.A.
- Maddala, G. S., y Wu, S. (1999). A comparative study of unit root tests with panel data and a new aimplw test. *Economics and Statistics, Special issue*(0305-9049), 631-652.
- Maddala, G., y Kim, I.-M. (1999). *Unit Roots, Cointegration, and Structural Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Marshall, A. (1892). Poor-Law Reform. *The Economic Journal*, 2(6), 371-379.

-
- Martin, R. (2002). Building the Capital Stock. *Centre of Research into Business Activity (CERIBA)*.
- Máttar, J. (1996). Desempeño exportador y competitividad internacional: algunos ejercicios CAN para México. *Comercio Exterior*, 193-202.
- Mas, J. F., Lemoine, R., González, R., López, J., Piña, A. y Herrera, E. (2017). Evaluación de las tasas de deforestación en Michoacán a escala detallada mediante un método híbrido de clasificación de imágenes SPOT. *Madera y Bosques*, 23 (2), 119-131.
- Mayorga, M., y Muñoz S., E. (2000). *La técnica de datos de panel. Una guía para su uso e interpretación*. Departamento de Investigaciones Económicas. Costa Rica: Banco Central de Costa Rica.
- McConnell. (1997). Income and the demand for environmental quality. *Environmental and Development Economics*(2), 383-399.
- Mill, J. S. (1951). *Principios de Economía Política*. México: FCE.
- Montoya, P. O. (2019, 08 5). Diccionario Jurídico. Doctrina, legislación, jurisprudencia. Retrieved from <http://www.diccionariojuridico.mx/definicion/politica-publica/>
- Moran, P. A. (1948). The interpretation of statistical maps. *Journal of the Royal Statistical Society B (Methodological)*, 10(2), 243-251.
- Nahman, A., y Antrobus, G. (2006). Trade and the environmental kuznets curve: is southern Africa a pollution haven? *South African Journal of Economics*, 73(4), 803-814.
- Nautiyal, J. C., y Singh, B. K. (1986). A comparison of observed and long-run productivity of and demand for inputs in the Canadian lumber industry. *Canadian Journal of Forest Research*, 16(3), 443-455.
- Narayanan, N., y Sahu, S. K. (2013). Labor and energy intensity: a study of the pulp and paper industries in India en Siddharthan, N. S. & Narayanan K., *Human Capital and Development*, (Springer, 55-76).
- Navarro, J.C.L, Hernández, P., Trujillo, C. (2022). La industria de la madera en las economías del APEC: una propuesta metodológica para la construcción de un Índice de Productividad Sostenible. *Revista Nicolaita de Estudios Económicos*, XVII (2), 9-29.
- Nolazco, J. L. (2020). Efectos entre las actividades de innovación, exportación y productividad: un análisis de las empresas manufactureras peruanas. *Desarrollo y Sociedad*, (85), 67-110.
- ODEPA. (2011). Comercio Internacional de Productos Forestales. Santiago de Chile: Oficina de Estudios y Políticas Agrarias.
- OECD. (2022). *oecd.data*. Obtenido de data.oecd.org: <https://data.oecd.org/>
- Ohlin, B. (1933). Interregional and international trade. *Harvard Economic Studies*, 39 (1933), 637.

-
- OMC. (2008). *Informe sobre el comercio mundial 2008*. El comercio en un mundo en proceso de globalización. OMC.
- (2019). *World Trade Organization*. Obtenido de WTO STATS: <https://stats.wto.org/>
- (2020). Organización Mundial del Comercio. Retrieved junio 10, 2020, from Organización Mundial del Comercio: https://www.wto.org/spanish/tratop_s/scm_s/scm_statindex_s.htm y <https://stats.wto.org/>
- ONU. (2017). *Informe Anual 2016*. Un compromiso con el comercio inclusivo. Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo.
- (2020). *unstats.un.org*. Obtenido de The sustainable development goals report 2020: https://unstats.un.org/sdgs/report/2020/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2020_Spanish.pdf
- Ortega, O. V., & Navarro, J.C.L. (2015). Productividad total de los factores en las terminales de contenedores en los puertos de México: un medición a través del índice Malmquist. *Contaduría y Administración*, 60 (3), 663-685.
- Pacheco, J. A. (2013). Evolución de la teoría pura y monetaria del comercio internacional. *Comercio Exterior*, 651-664.
- Padilla, R. (2006). Instrumentos de medición de la competitividad. *CEPAL*, 17.
- Palmieri, F. G. (2019). Repensando las teorías del comercio internacional. *Instituto de Estrategia Internacional*, 7-9.
- Panayotou, T. (1993). Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development. *World employment programme research*. Geneva, WEP 2-22/WP. 238.
- Pastrana, E. C. (2003). Apertura comercial y productividad en la industria manufacturera mexicana. *Economía Mexicana. Nueva Época*, XII (1), 5-38.
- Pavcnik, N. (2002). Trade liberalization, exit, and productivity improvements: evidence from Chilean plants. *Review of Economic Research*, 69 (1), 245-276.
- Paños, E. F. (2000). *Valor trabajo: Un indicador de productividad y competitividad. Una aplicación empírica al caso Español 1970-1992*. La Mancha Castilla: Cuenca.
- Pedraza, R. O. (1999). Un enfoque sistémico sobre los factores determinantes de la productividad. *Economía y Sociedad*, IV (5), 151-175.
- Pedroni, P. (1999). Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61, 653-670.
- Pedroni, P. (2004). Panel cointegration: asymptotic and finite sample properties of pooled time series tests with an application to the PPP hypothesis. *Econometric Theory*, 20, 597-625.

-
- Pérez, M. R., García, C., y Sayer, J. (2007). Los servicios ambientales de los bosques. *Ecosistemas*, 16 (3), 81-90.
- Pérez-Escatel, A. A., y Pérez, O. (2009). Competitividad y acumulación de capacidades tecnológicas en la industria manufacturera mexicana. *Investigación Económica*, LXVIII (268), 159-187.
- Pesaran, M. H. (2004). Random Coefficient Panel Data Models. *Center for Economic Studies & Ifo Institute for Economic Research CESifo*(1236), 1-39.
- (2006). Estimation and inference in large heterogeneous panels with a multifactor error structure. *Econometría*, (74), 967-1012.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., y Im, K. S. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*, 115(1), 53-74.
- Pesaran, M. H.; Shin, Y.; Smith, R. P. (1999). Pooled Mean Estimation of Dynamic Heterogeneous Panels. *Journal of the American Statistical Association*, 94 (446), 621-634.
- Phillips, P. C., y Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75 (2), 335-346.
- Powell, D., y Wagner, J. (2014). The exporter productivity premium along the productivity distribution: evidence from quantile regression with nonadditive firm fixed effects. *Review of World Economics*, 150 (4), 763-785.
- Porter, M. (1990). *On Competition*. H. B. School, Ed. España: DEUSTO.
- Porter, M. E. (1998). *The competitive advantage of nations*. United States of America: Free Press.
- Proméxico. (2018, Septiembre 21). Proméxico.gob.mx. Retrieved from <http://www.promexico.gob.mx/documentos/revista-negocios/html/2014-11/english/11-2014/paraExportadores/art05.html>
- Puyana, A., y José , R. (2006). Hacia una evaluación de los efectos multiplicadores de la actividad maquiladora. *Estudios Sociológicos*, 24 (70), 65-97.
- Ratnasingam, J., Chin Khoon, A., Shukry, M., Choon, L., Ramasamy, G., y Latib, A. (2017). An analysis of labor and capital productivity in the Malaysian timber sector. *Bioresources*, 12 (1), 1430-1446.
- Raymond, W., Mairesse, J., Mohnen, P., y Palm, F. (2015). Dynamic models of R & D, innovation and productivity: Panel data evidence for Dutch and French manufacturing. *European Economic Review*, 78, 285-306.
- Ressl, R., y Lara Morales, L. (2008). *Sistema de información sobre bosque mesófilo de montaña de México para apoyo en programas de restauración (Fase 1)*. México, D.F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. EQ007.
- Ricardo, D. (1959). *Principios de Economía Política* (Trad. J. Broc) Editorial FCE (Trabajo original publicado ca. 1817).
- Robinson, J. (1933). *Economía de la Competencia Imperfecta*. Barcelona: Mac Millan & Co. LTD.

-
- Rodríguez Pérez, R. E., Escamilla Díaz, A., & Cuevas Salazar, J. A. (2016). Cambios en la inversión tecnológica y su relación con la desigualdad salarial y productividad laboral en la manufactura de México. *Expresión Económica*, (36), 50-70.
- Rojo, J. M. (2002). *Tendencias y Perspectivas del sector forestal para América Latina y El Caribe (ESFAL)*. Informe Nacional México. Roma, Italia: FAO Dirección de Economía y de Productos Forestales.
- Salvatore, D. (2013). *International Economics*. Estados Unidos de América: Wiley.
- (2009). *Microeconomía*. México D. F.: McGraw Hill.
- Samuelson, P. A., y Nordhaus, W. D. (2009). *Economics*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Santaella, J. (1998). Economic Growth in Mexico. *IADB*, manuscrito.
- Sandoe, M., y Wayman, M. (1977). Productivity of capital and labour in the Canadian forest products industry, 1965-1972. *Forest Resources*, 7, 85-93.
- Selden, T. M., & Song, D. (1994). Environmental quality and development: is there a Kuznets curve for air pollution emissions? *Journal of Environmental Economics and Management*, (22), 147-162.
- Schumacher, K., y Sathaye, J. (1999). *India's pulp and paper industry: productivity and energy efficiency*. Office of biological and environmental research (OBER), office of energy research, environmental science division. U.S. department of energy.
- Schumpeter, J. A. (1957). Teoría del desenvolvimiento económico. (Trad. J. Prados). Editorial Fondo de Cultura Económica. (Trabajo original publicado ca. 1911).
- SE. (2002). Secretaría de Economía, Observatorio PyME México. Primer Reporte de Resultados. México: Comisión Intersecretarial de Política Industrial, CIPI.
- (2010). Secretaría de Economía. Economía para todos. Retrieved 08 6, 2019, from <http://www.2006-2012.economia.gob.mx/economia-para-todos/abc-de-economia/competitividad/217-competitividad>
- (2017). Secretaría de Economía, Reporte sobre la Complejidad Económica del Estado de Michoacán. Ciudad de México: SE- CIDE.
- SEMARNAT. (2016). Anuario Estadístico de la Producción Forestal, 2016. Ciudad de México: SEMARNAT.
- (2016). Anuario Estadístico de la Producción Forestal. Ciudad de México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales: SEMARNAT.
- (2019). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México, edición 2018. México: SEMARNAT.
- Shiau, A., Kilpatrick, J., y Mathews, M. (2002). Sevenpercent growth for Mexico? A quantitative assessment of Mexico's investment requirements. *Journal of Policy Modeling*, 24(7 y 8), 781-798.

-
- SIREM-CONAFOR . (2017). México: Perspectivas del la Industria Forestal. Mexico: CONAFOR-Sistema de Información Regional de México (SIREM).
- Smith, A. (1994). *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones* (Trad. C. Rodríguez). Editorial Alianza (Trabajo original publicado ca. 1977).
- Solow, R. M. (1957). Technical change and the aggregate production function. *The Review of Economics and Statistics*, 312-320.
- Stern, D. I. (2003). The Environmental Kuznets Curve. *International Society for Ecological Economics. Working papers*.
- Steinberg, F. (2004). *La nueva teoría del comercio internacional y la política comercial estratégica*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
- Stier, J. C. (1982). Changes in the Technology of Harvesting Timber in the United States: Some Implications for Labour. *Agricultural Systems*, 255-266.
- Sumanth, D. (1993). *Ingeniería y Administración de la Productividad*. México: Mac Graw-Hill.
- Sumanth, D. (1990). *Ingeniería y Administración de la Productividad*. México: Mc Graw Hill.
- Tinter, G. (1968). *Methodology of Mathematical Economics and Econometrics*. Chicago: University of Chicago Press.
- Tknika. (2019). *Manual técnico de formación para la caracterización de la madera de uso estructural*. Centro de Innovación para la Formación Integral. País Vasco, Vitoria, España.
- Topp, V., y Kulys, T. (2013). *On productivity: the influence of natural resource inputs*. Research note, Australian government's. The productivity commission, Canberra, Australia.
- Trujillo, C. (2020). Análisis de conglomerados de la industria de la madera en APEC. *Realidad Económica*, 25(64), 56-67.
- UNIDO. (2022). *Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. Statistical databases*. Obtenido de [unido.org: https://www.unido.org/researchers/statistical-databases](https://www.unido.org/researchers/statistical-databases)
- Varian, H. R. (2010). *Microeconomía Intermedia*. Barcelona, España: Antoni Bosch.
- Vázquez L., R. (2016). Competitividad espuria y desempeño exportador en la manufactura mexicana. *Red de Investigaciones en Competitividad*, ISBN 978-607-96203-0-5.
- Velázquez, R. F., Serrano Gálvez, E., Palacio Muñoz, V., & Chapela, G. (2007). Análisis de la Industria de la madera aserrada de México. *Madera y Bosques*, 13 (1), 47-59.
- Vernon, R. (1966). International investment and international trade in the product cycle. *Quarterly Journal of International Economics*, 80 (2), 190-207.
- Vernon, R., y Wells Jr., L. (1976). *Manager in the International Economy*. Nueva Jersey: Prentice -Hall.

-
- Villarreal, R. (1979). *Economía Internacional. Teorías clásicas, neoclásicas y su evidencia histórica*. (Vol. I). FCE.
- Villarroya, J. S., Barcenilla, S., y López-Pueyo, C. (2006). Productividad total de los factores y capital tecnológico: un análisis comparado. productividad y competitividad de la economía Española. *ICE: Revista de Economía*, (829), 145-163.
- Viitala, E. J., y Hänninen, H. (1998). Measuring the efficiency of public forestry organizations. *Forest Science*, 44 (2), 298-307.
- Wang, B., y Wu, Y. (2013). Environmental regulation and productivity growth in APEC Economies en Wu, Y., (Ed.) *Regional development and economic growth in China* (vol. 7, 253-283). (Series on Economic Development and Growth). World Scientific Publishing.
- Wernelfelt, B. (1984). A resource-based view of the firm. *Strategic Management Journal*, 5 (2), 171-180.
- Westerlund, J., y Edgerton, D. L. (2008). A Simple Test for Cointegration in Dependent Panels with Structural Breaks. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 70 (5), 665-704.
- Williamson, O. (1979). Transaction-cost economics: The governance of contractual relations. *The Journal of Law and Economics*, 22 (2), 233-261.
- Wood Products. (2019). Wood Products. Retrieved from www.woodproductos.fi: <https://www.woodproductos.fi/es/content/madera-contrachapada>
- World Economic Forum. (2018). World Economic Forum. Retrieved from www.weforum.org: <https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2017-2018>
- Wu, Y. (2004). Openness, productivity and growth in the APEC economies. *Empirical Economics*, 29 (3), 593-604.
- Zabludovsky, J. (2005). El TLCAN y la política de comercio exterior en México: Una agenda inconclusa. *ICE* (821), 59-70.
- Zhang, Y. (2002). The Impacts of economic reform on the efficiency of silviculture: A non-parametric approach. *Environment and Development Economics*, 7 (1), 107-122.
- Zhang, K., Yuan, B., y Li, Y. (2018). Efficiency analysis of wood processing industry in China during 2006-2015. *Series: Materials Science and Engineering*, 322 (5), 1-10.
- Zavala, D. I. (2012). *Microeconomía*. México D.F.: LAES.