



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS

DOCTORADO EN CIENCIAS ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS

TESIS DOCTORAL

**ESTRATEGIAS INTELIGENTES DE DIVERSIFICACIÓN HACIA UNA
ECONOMÍA VERDE EN MÉXICO E HIDALGO: UN ENFOQUE DESDE
LA COMPLEJIDAD ECONÓMICA**

Para obtener el grado de

Doctora en Ciencias Económico Administrativas

PRESENTA

Mtra. María Guadalupe Montiel Hernández

Directora

Dra. Carla Carolina Pérez Hernández

Comité tutor

Codirectora: Dra. Blanca Cecilia Salazar Hernández

Tutora: Dra. Arlen Cerón Islas

Tutora: Dra. Yessica García Hernández

Tutor: Dr. Juan Gabriel Figueroa Velázquez

San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo, mayo de 2025

ICEA/DCEA/23/2025

Asunto: Autorización de impresión

Mtra. Ojuky del Rocío Islas Maldonado
Directora de Administración Escolar
Presente.

El Comité Tutorial de la **TESIS** del programa educativo de posgrado titulado **ESTRATEGIAS INTELIGENTES DE DIVERSIFICACIÓN HACIA UNA ECONOMÍA VERDE EN MÉXICO E HIDALGO: UN ENFOQUE DESDE LA COMPLEJIDAD ECONÓMICA** realizado por la sustentante **María Guadalupe Montiel Hernández** con número de cuenta **233520** perteneciente al programa de **Doctorado en Ciencias Económico Administrativas**, una vez que ha revisado, analizado y evaluado el documento recepcional de acuerdo a lo estipulado en el Artículo 110 del Reglamento de Estudios de Posgrado, tiene a bien extender la presente:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Por lo que la sustentante deberá cumplir los requisitos del Reglamento de Estudios de Posgrado y con lo establecido en el proceso de grado vigente.

Atentamente

“Amor, Orden y Progreso”

San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo a 28 de abril de 2025

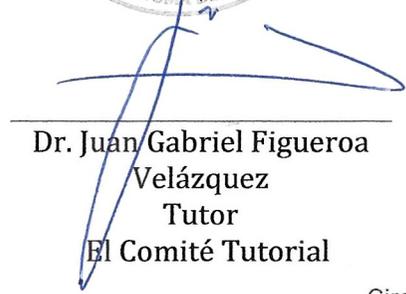

 Dra. Carla Carolina Pérez Hernández
 Directora


 Dra. Arlen Ceron Islas
 Tutora

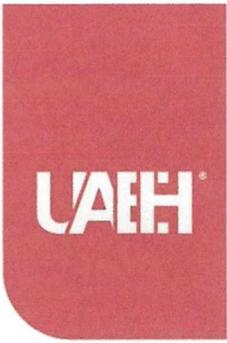



 Dra. Blanca Cecilia Salazar Hernández
 Codirectora


 Dra. Yessica García Hernández
 Tutora


 Dr. Juan Gabriel Figueroa Velázquez
 Tutor
 El Comité Tutorial

Circuito la Concepción Km 2.5, Col. San Juan Tilcuautila, San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo, México; C.P. 42160
 Teléfono: 771 71 72000 Ext. 40501
 icea@uaeh.edu.mx



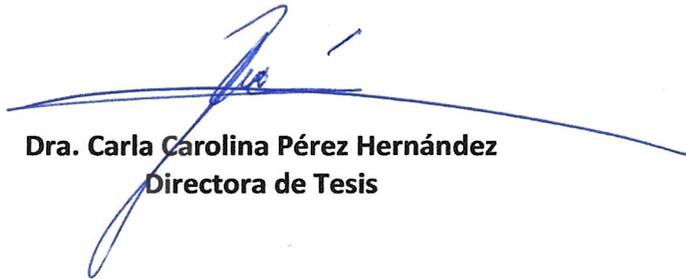
Asunto: Carta de no plagio

DR. JUAN GABRIEL FIGUEROA VELÁZQUEZ
COORDINADOR DEL DOCTORADO EN CIENCIAS ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS
P R E S E N T E

Mediante la presente carta hago constar que la tesis titulada "ESTRATEGIAS INTELIGENTES DE DIVERSIFICACIÓN HACIA UNA ECONOMÍA VERDE EN MÉXICO E HIDALGO: UN ENFOQUE DESDE LA COMPLEJIDAD ECONÓMICA", realizada por la sustentante María Guadalupe Montiel Hernández, con número de cuenta 233520, perteneciente al programa de Doctorado en Ciencias Económico Administrativas, es una propuesta original e inédita sin probabilidad de plagio, esto una vez que se ha hecho uso de la herramienta de detección de plagio "turnitin" (se anexa evidencia).

Sin más por el momento, reafirmo mi compromiso en la revisión, análisis y evaluación de la tesis.

Atentamente
 "AMOR, ORDEN Y PROGRESO"
 San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo, a 23 de abril de 2025.



Dra. Carla Carolina Pérez Hernández
Directora de Tesis



Circuito la Concepción Km 2.5, Col. San Juan
 Tilcuautla, San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo,
 México; C.P. 42160
 Teléfono: 771 71 72000 Ext. 40501
 icea@uaeh.edu.mx

Evidencia	
Título de la tesis	ESTRATEGIAS INTELIGENTES DE DIVERSIFICACIÓN HACIA UNA ECONOMÍA VERDE EN MÉXICO E HIDALGO: UN ENFOQUE DESDE LA COMPLEJIDAD ECONÓMICA
Nombre de la alumna	María Guadalupe Montiel Hernández
Directora de la tesis	Dra. Carla Carolina Pérez-Hernández
Herramienta utilizada	Turnitin



MGMH MGMH
Tesis_MGMH.pdf
Tecnológico Nacional de Mexico

Detalles del documento

Identificador de la entrega trn:old::20755:451811596	223 Páginas
Fecha de entrega 23 abr 2025, 10:09 a.m. GMT-6	50.189 Palabras
Fecha de descarga 23 abr 2025, 10:16 a.m. GMT-6	298.537 Caracteres
Nombre de archivo Tesis_MGMH.pdf	
Tamaño de archivo 28.0 MB	

2% Overall Similarity
The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography
- Small Matches (less than 20 words)

Top Sources

2%	Internet sources
0%	Publications
1%	Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags
1 Integrity Flag for Review

Hidden Text
 2432 suspect characters on 3 pages
Text is altered to blend into the white background of the document.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.



A mi hija, mi esposo y mi madre

Agradecimientos

*Mí más profundo agradecimiento a mí hija Valentina por su amor y paciencia. Gracias por ser
mí inspiración y motivación diaria, por darme aliento y fortaleza en cada momento.*

*A Daniel, mí esposo, gracias por tu amor, paciencia y por siempre creer en mí. Tu apoyo
incondicional, inspiración y compañía han sido fundamentales en este camino.*

*A mí madre, Esperanza, por ser mí mayor ejemplo de fortaleza y perseverancia. Gracias por tu
apoyo incondicional, por impulsarme siempre a seguir adelante y por ser mí inspiración.*

*A los tres, Valentina, Daniel y mamá, su amor, inspiración y motivación gracias, han sido mí
mayor impulso. Gracias por acompañarme en este camino y por estar siempre a mí lado.*

A mi directora, la Dra. Carla Carolina Pérez Hernández, mi más sincero agradecimiento por su confianza, enseñanza y apoyo incondicional en cada momento, gracias por creer en mí, por inspirarme, por brindarme su tiempo y conocimientos y por darme la oportunidad de colaborar en sus proyectos. En especial le agradezco por invitarme a participar en su investigación para el Banco Interamericano de Desarrollo, lo que enriqueció mi formación académica y profesional.

A la Dra. Blanca Cecilia Salazar Hernández, gracias por su confianza, tiempo y por compartir sus conocimientos. Su apoyo ha sido invaluable.

A la Secretaría de Ciencias, Humanidades, Tecnología e Innovación mi agradecimiento por la beca otorgada durante mis estudios doctorales, sin la cual este sueño no sería posible.

A la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y al Instituto de Ciencias Económico Administrativas, gracias por permitirme formar parte de su comunidad académica y por brindarme las herramientas para desarrollar mi investigación.

Al Dr. César Hidalgo de la Universidad de Toulouse, mi más profundo agradecimiento por su tiempo, sus consejos y su valiosa retroalimentación para la escritura de mi primer artículo. Sus enseñanzas seguirán guiando mi trabajo. Gracias por su generosidad al compartir sus conocimientos y por ayudarme a alcanzar mis objetivos de investigación.

A la Dra. Andrea Belmartino del Gran Sasso Science Institute de Italia, gracias por permitirme realizar una estancia de movilidad en su institución, por las enseñanzas, por su tiempo, asesorías y apoyo en la consecución de mis objetivos de investigación.

Al Dr. Fernando Gómez-Zaldívar del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, gracias por su tiempo, por aceptar colaborar conmigo y por ayudarme a lograr mis objetivos de investigación. También le agradezco por incorporarme al Observatorio de Industrias Manufactureras Sostenibles, lo que ha enriquecido mi trabajo académico.

Al Banco Interamericano de Desarrollo, mi agradecimiento por financiar mi asistencia a la escuela de verano de complejidad económica en Budapest, Hungría.

A la Dra. Jessica Mendoza, Dr. Martín Aubert y Dra. Karina Valencia, gracias por compartir sus conocimientos, por su acompañamiento y apoyo constante, por siempre brindarme sus conocimientos y palabras de aliento.

Al Dr. Juan Gabriel Figueroa y Dra. Arlen Cerón gracias por su apoyo y motivación a lo largo de este proceso.

A la Dra. Yessica García Hernández por su acompañamiento y apoyo, sus comentarios fueron siempre enriquecedores.

Al rector, Dr. Octavio Castillo Acosta mi agradecimiento por permitirme desarrollar investigación para el Banco Interamericano de Desarrollo.

Gracias al Center for Collective Learning, por permitirme asistir a la escuela de verano y presentar mi investigación ante expertos en la Conferencia de Complejidad Económica celebrada en Budapest, Hungría.

Gracias al Enrico Fermi Research Center por la oportunidad de asistir a la Escuela de Verano "Economic Fitness and Complexity" celebrada en Roma, Italia. Gracias de nuevo a la Dra. Carla y la Dra. Blanca por darme esa oportunidad.

A todos gracias por su compañía, tiempo y apoyo, les estaré eternamente agradecida.

Asumo completamente la responsabilidad de lo que se escribe en este trabajo

Varios extractos del presente documentos han sido ya publicados

Montiel Hernández, M. G., Pérez-Hernández, C. C., & Cruz Cruz, M. (2023). *Sustentabilidad, economía verde y complejidad económica: Reflexiones y discusión*. En B. Gutiérrez Müller (Coord.), *Mujeres investigadoras: Visibilidad y divulgación de la ciencia* (pp. 97-115). Tirant Humanidades.

Montiel-Hernández, M. G., Pérez-Hernández, C. C., & Salazar-Hernández, B. C. (2024). The Intrinsic Links of Economic Complexity with Sustainability Dimensions: A Systematic Review and Agenda for Future Research. *Sustainability*, 16(1), 391. <https://doi.org/10.3390/su16010391>

Montiel-Hernández, M. G., & Pérez-Hernández, C. C. (2023). Medio ambiente y complejidad económica: desafíos para la sostenibilidad. En *XXVI Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Administrativas: Desafíos para la Sostenibilidad: Organizaciones que Crean Valor* (pp. 318-339). Academia de Ciencias Administrativas.

Montiel Hernández, M. G., Pérez Hernández, C. C., & Salazar Hernández, B. C. (2024). La complejidad económica a través de la teoría organizacional. *Con-Ciencia Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 3*, 11(22), 42-47. <https://doi.org/10.29057/prepa3.v11i22.12535>

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS.....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIV
RESUMEN.....	XVI
ABSTRACT	XVIII
FICHA METODOLÓGICA	XX
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
ANTECEDENTES	3
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.2 PROPÓSITO DE ESTUDIO.....	7
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	8
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	8
1.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	8
1.4.1 <i>Pregunta principal de investigación</i>	8
1.4.2 <i>Preguntas de investigación específicas</i>	8
1.5 JUSTIFICACIÓN	10
1.6 ESTRUCTURA DE LA TESIS	13
CAPÍTULO 2 CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
2.1 COMPLEJIDAD ECONÓMICA Y ECONOMÍA VERDE.....	17
2.2 BIENES CON BENEFICIOS AMBIENTALES Y SU ENFOQUE DESDE LA COMPLEJIDAD ECONÓMICA	22
2.3 COMPLEJIDAD ECONÓMICA EN MÉXICO	26
CAPÍTULO 3 VÍNCULOS INTRÍNSECOS ENTRE LA COMPLEJIDAD ECONÓMICA Y LAS DIMENSIONES DE LA SOSTENIBILIDAD: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA ...	39
3.1 INTRODUCCIÓN	41
3.2 COMPLEJIDAD ECONÓMICA Y SUSTENTABILIDAD.....	43
3.3 METODOLOGÍA.....	45
3.4 RESULTADOS.....	51
3.4.1 <i>Dimensión social y humana del desarrollo sostenible y la complejidad económica</i>	58
3.4.2 <i>Dimensión ambiental del desarrollo sostenible y la complejidad económica</i>	60
3.4.3 <i>Dimensión económica del desarrollo sostenible y la complejidad económica</i>	60

3.4.4	<i>Dimensión política del desarrollo sostenible y la complejidad económica</i>	65
3.4.5	<i>Dimensión cultural del desarrollo sostenible y la complejidad económica</i>	66
3.4.6	<i>Vínculos entre complejidad económica y sostenibilidad</i>	69
3.5	CONCLUSIONES	72
CAPÍTULO 4 OPORTUNIDADES DE DIVERSIFICACIÓN INTELIGENTE PARA MÉXICO		73
4.1	INTRODUCCIÓN	75
4.2	LITERATURA RELACIONADA.....	77
4.2.1	<i>Complejidad económica</i>	77
4.2.2	<i>Proximidad</i>	78
4.2.3	<i>Enfoque afinidad – complejidad</i>	79
4.2.4	<i>Productos con beneficios ambientales</i>	81
4.3	DATOS Y MÉTODO	82
4.3.1	<i>Datos</i>	82
4.3.2	<i>Métricas aplicadas para la detección de estrategias de diversificación verde</i>	84
4.3.3	<i>Definición de estrategias inteligentes de diversificación verde</i>	86
4.3.4	<i>Identificación de oportunidades de diversificación en México</i>	89
4.4	RESULTADOS.....	91
4.4.1	<i>Oportunidades de diversificación verde en México</i>	93
4.4.2	<i>Oportunidades de altos beneficios para México</i>	95
4.4.3	<i>Oportunidades de bajos beneficios para México</i>	100
4.4.4	<i>Oportunidades deseables al alcance para México</i>	105
4.4.5	<i>Productos con beneficios ambientales y sus conexiones en el espacio producto</i>	111
4.4.6	<i>Espacio producto verde</i>	114
4.4.7	<i>Portafolio y Plan México</i>	118
4.5	DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN	119
CAPÍTULO 5 CADENAS DE VALOR VERDE EN HIDALGO: OPORTUNIDADES DE DIVERSIFICACIÓN EXPORTADORA Y PRODUCTIVA		122
5.1	INTRODUCCIÓN	124
5.2	REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	125
5.3	METODOLOGÍA.....	127
5.3.1	<i>Datos</i>	129
5.3.2	<i>Oportunidades de diversificación</i>	131
5.4	RESULTADOS.....	133
5.4.1	<i>Cadenas de valor verde para Hidalgo</i>	133

5.4.2 Oportunidades de diversificación exportadora hacia cadenas de valor verdes	140
5.4.3 Oportunidades de diversificación productiva hacia cadenas de valor verdes.....	143
5.5 CONCLUSIONES	145
CAPÍTULO 6 INFORME DE POLÍTICA (POLICY BRIEF).....	148
6.1 Oportunidades de diversificación verde para México: informe de política.....	149
6.2 Cadenas de valor verde en Hidalgo: oportunidades de diversificación exportadora y productiva: informe de política	152
CAPÍTULO 7 REFLEXIONES FINALES.....	155
7.1 CONSIDERACIONES FINALES	156
7.2 LIMITACIONES DEL ESTUDIO	158
7.3 CONTRIBUCIONES.....	159
7.4 PROPUESTA PARA FUTURAS INVESTIGACIONES	160
7.5 AGENDA DE INVESTIGACIÓN	161
REFERENCIAS	162

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1 <i>MATRIZ DE CONGRUENCIA OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN</i>	9
TABLA 2.1 <i>DIFERENCIAS ENTRE LA ECONOMÍA VERDE Y LA ECONOMÍA MARRÓN</i>	18
TABLA 2.2 <i>INVESTIGACIONES SOBRE COMPLEJIDAD ECONÓMICA Y ECONOMÍA VERDE</i>	21
TABLA 2.3 <i>CATEGORÍAS DE LOS PRODUCTOS MEDIOAMBIENTALES DE LA OCDE</i>	23
TABLA 2.4 <i>BENEFICIOS DE LOS PRODUCTOS MEDIOAMBIENTALES USADOS POR LA OCDE</i>	24
TABLA 4.1 <i>DATOS</i>	83
TABLA 4.2 <i>MÉTRICAS APLICADAS PARA LA DETECCIÓN DE OPORTUNIDADES DE DIVERSIFICACIÓN VERDES</i>	85
TABLA 4.3 <i>FILTROS DE CONDICIONES MÍNIMAS POR TIPO DE ESTRATEGIA</i>	88
TABLA 4.4 <i>NÚMERO DE OPORTUNIDADES DE DIVERSIFICACIÓN</i>	93
TABLA 4.5 <i>OPORTUNIDADES DE DIVERSIFICACIÓN (CUADRANTE A)</i>	96
TABLA 4.6 <i>OPORTUNIDADES DE DIVERSIFICACIÓN (CUADRANTE B)</i>	100
TABLA 4.7 <i>OPORTUNIDADES DE DIVERSIFICACIÓN (CUADRANTE C)</i>	101
TABLA 4.8 <i>OPORTUNIDADES DE DIVERSIFICACIÓN (CUADRANTE D)</i>	104
TABLA 4.9 <i>CONEXIONES PRIMARIAS DE FOSFATOS DE POTASIO</i>	106
TABLA 4.10 <i>CONEXIONES PRIMARIAS DE CROMATÓGRAFOS, INSTRUMENTOS DE ELECTROFORESIS</i>	108
TABLA 4.11 <i>CONEXIONES PRIMARIAS DE ESPECTRÓMETROS, ESPECTROFOTÓMETRO</i>	109
TABLA 4.12 <i>CONEXIONES PRIMARIAS DE BOGIES NO Y BISEL – BOGIES</i>	109
TABLA 4.13 <i>CONEXIONES PRIMARIAS DE CONDUCIR BOGIES Y BISEL – BOGIES</i>	110
TABLA 5.1 <i>VARIABLES Y FUENTES DE DATOS</i>	131
TABLA 5.2 <i>ESTRATEGIAS PARA OPORTUNIDADES DE DIVERSIFICACIÓN EXPORTADORA</i>	132
TABLA 5.3 <i>ESTRATEGIAS PARA OPORTUNIDADES DE DIVERSIFICACIÓN PRODUCTIVA</i>	133
TABLA 5.4 <i>PRODUCTOS DE CADENAS DE VALOR VERDE EN HIDALGO</i>	134
TABLA 5.6 <i>OPORTUNIDADES DE DIVERSIFICACIÓN EXPORTADORA EN HIDALGO</i>	141
TABLA 5.7 <i>OPORTUNIDADES DE DIVERSIFICACIÓN PRODUCTIVA EN HIDALGO</i>	144

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1 <i>ESQUEMA DEL CAPÍTULO 1</i>	2
FIGURA 2.1 <i>ESQUEMA DEL CAPÍTULO 2</i>	16
FIGURA 2.2 <i>OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE</i>	19
FIGURA 2.3 <i>ESPACIO-PRODUCTO A 4 DÍGITOS</i>	27
FIGURA 2.4 <i>ESPACIO-PRODUCTO EN MÉXICO 1995 A 2000</i>	33
FIGURA 2.5 <i>ESPACIO PRODUCTO VERDE – NO VERDE EN MÉXICO 2001 A 2006</i>	34
FIGURA 2.6 <i>ESPACIO PRODUCTO VERDE – NO VERDE EN MÉXICO 2007 A 2012</i>	35
FIGURA 2.7 <i>ESPACIO PRODUCTO VERDE – NO VERDE EN MÉXICO 2013 A 2018</i>	36
FIGURA 2.8 <i>ESPACIO PRODUCTO VERDE – NO VERDE EN MÉXICO 2019 A 2021</i>	37
FIGURA 3.1 <i>ESTRUCTURA DEL CAPÍTULO 3</i>	40
FIGURA 3.2 <i>TRAZABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN</i>	47
FIGURA 3.3 <i>PALABRAS CLAVE Y CADENA DE CONSULTA</i>	48
FIGURA 3.4 <i>TOP DE CITACIÓN LOCAL, AFILIACIONES Y REVISTAS DE PUBLICACIÓN</i>	52
FIGURA 3.5 <i>PRODUCCIÓN CIENTÍFICA DE LA COMPLEJIDAD ECONÓMICA, COLABORACIÓN Y CRECIMIENTO EN EL TIEMPO</i>	53
FIGURA 3.6 <i>TABLERO INTERACTIVO DE LA RSL</i>	54
FIGURA 3.7 <i>RED: LAS CONEXIONES DE LA COMPLEJIDAD ECONÓMICA Y LAS DIMENSIONES DE LA SUSTENTABILIDAD</i>	55
FIGURA 3.8 <i>LAS CONEXIONES DE LA COMPLEJIDAD ECONÓMICA Y LAS DIMENSIONES DE LA SUSTENTABILIDAD</i>	56
FIGURA 3.9 <i>LAS CONEXIONES INTRÍNECAS ENTRE LA COMPLEJIDAD ECONÓMICA Y LAS DIMENSIONES DEL DESARROLLO SOSTENIBLE</i>	57
FIGURA 4.1 <i>ESTRUCTURA DEL CAPÍTULO 4</i>	74
FIGURA 4.2 <i>MODELO PARA ESPECIALIZACIÓN INTELIGENTE</i>	81
FIGURA 4.3 <i>FILTROS DE CONDICIONES MÍNIMAS APLICADOS A LOS PRODUCTOS VERDES</i>	87
FIGURA 4.4 <i>PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES DE DIVERSIFICACIÓN VERDE</i>	90
FIGURA 4.5 <i>DISTRIBUCIÓN DEL PCI, PRODY Y PGI DE TODOS LOS PRODUCTOS HS6 Y PRODUCTOS VERDES</i>	91
FIGURA 4.6 <i>LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS CAMBIARÍA EL PCI, PEII, PGI Y PRODY</i>	92
FIGURA 4.7 <i>OPORTUNIDADES DE DIVERSIFICACIÓN VERDE PARA MÉXICO</i>	94
FIGURA 4.8 <i>OPORTUNIDADES DE DIVERSIFICACIÓN VERDE PARA MÉXICO (BENEFICIO AMBIENTAL)</i>	95
FIGURA 4.9 <i>CONEXIONES PRIMARIAS DE FOSFATOS DE POTASIO</i>	106
FIGURA 4.10 <i>CONEXIONES PRIMARIAS DE CROMATÓGRAFOS, INSTRUMENTOS DE ELECTROFORESIS</i>	107
FIGURA 4.11 <i>CONEXIONES PRIMARIAS DE ESPECTRÓMETROS, ESPECTROFOTÓMETRO</i>	108
FIGURA 4.12 <i>CONEXIONES PRIMARIAS DE BOGIES NO CONDUCTORES Y BISEL – BOGIES</i>	110
FIGURA 4.13 <i>CONEXIONES PRIMARIAS DE CONDUCIR BOGIES Y BISEL – BOGIES</i>	111
FIGURA 4.15 <i>ESPACIO PRODUCTO DE MÉXICO VERDE Y MARRÓN</i>	114

FIGURA 4.18 <i>ESPACIO PRODUCTO VERDE OPORTUNIDADES DE DIVERSIFICACIÓN VERDE PARA MÉXICO</i>	117
FIGURA 4.19 <i>SECTORES ESTRATÉGICOS DEL PLAN MÉXICO Y SU RELACIÓN CON EL PORTAFOLIO VERDE</i>	118
FIGURA 5.1 <i>ESTRUCTURA DEL CAPÍTULO 5</i>	123
FIGURA 5.2 <i>CADENAS DE VALOR VERDE EXPORTADORA EN HIDALGO</i>	137
FIGURA 5.3 <i>OPORTUNIDADES POTENCIALES DE CRECIMIENTO EN HIDALGO</i>	138
FIGURA 5.4 <i>CADENAS DE VALOR VERDE PRODUCTIVA EN HIDALGO</i>	139

RESUMEN

La teoría de la complejidad económica ha cobrado gran relevancia en los últimos años, ya que permite identificar las capacidades existentes en una región y su potencial para la generación de nuevos productos. Además, facilita la anticipación de la entrada o salida de diversas actividades en función del conocimiento disponible. Recientemente, esta teoría también se ha utilizado para medir las emisiones de gases de efecto invernadero en distintos países, estableciendo un vínculo clave con la reducción de emisiones y la economía verde, una estrategia fundamental para alcanzar el desarrollo sostenible.

El objetivo general de la investigación es proponer portafolios de diversificación inteligente hacia una economía verde en México e Hidalgo utilizando técnicas de complejidad económica, con el fin de diseñar estrategias de transición sostenibles basadas en datos.

Como primer paso se realizó un análisis contextual sobre la complejidad económica, economía verde y productos con beneficios ambientales, asimismo, se trazó el espacio producto verde en México para el periodo comprendido entre 1995 y 2021, lo cual permitió reconocer los productos asociados a una categoría verde en los que el país se ha especializado con el paso del tiempo.

A continuación, se realizó una revisión sistemática de la literatura, la cual permitió reconocer las conexiones temáticas y semánticas de la complejidad económica y su vínculo con los pilares del desarrollo sostenible, de esta forma fue posible vislumbrar las conexiones emergentes de diversos tópicos con la complejidad económica, en esta etapa de la investigación, se revisaron documentos publicados entre 2006 y 2022.

Posteriormente, con ayuda de métricas de complejidad económica y atributos adicionales a nivel producto como: el nivel de ingresos, la desigualdad de ingresos y la intensidad de emisiones, se construyeron cuatro filtros de condiciones mínimas, con la finalidad de reconocer las oportunidades de diversificación exportadora verde en México. Esta fase del proyecto resultó en un portafolio de 57 productos con beneficios ambientales a los que México puede transitar según, 1) la afinidad de la estructura exportadora actual, 2) las ventajas comparativas reveladas, 3)

mayores ingresos potenciales y 4) productos más complejos asociados a menor desigualdad y menores emisiones.

Para el Estado de Hidalgo, en un primer momento se reconocen los bienes que la entidad actualmente produce dentro de las cadenas de valor verde, posteriormente se establecen tres estrategias: 1) mantenimiento, 2) capacidades relacionadas y 3) inercia comercial, para proponer oportunidades de diversificación exportadora, en la que se reconoce un portafolio de 34 productos. Asimismo, se identifican las oportunidades de diversificación productiva, en la que se detectan 31 industrias las cuales el estado de Hidalgo es propenso a producir. Lo anterior, de acuerdo con *Greenplexity*, ayuda a los responsables de la formulación de políticas públicas a diseñar estrategias para integrarse en las cadenas de valor verdes que impulsan la transición energética, como los minerales críticos, los paneles solares y los vehículos eléctricos. Mediante el análisis de las capacidades productivas locales; la herramienta propuesta identifica oportunidades para crear estrategias inteligentes de crecimiento verde en Hidalgo con la premisa de “generar prosperidad suministrando lo que el mundo necesita para descarbonizarse”.

Palabras clave

Complejidad económica, economía verde, desarrollo sostenible, productos verdes, diversificación.

ABSTRACT

The economic complexity theory has gained significant relevance in recent years, as it enables the identification of existing capabilities within a region and their potential for the development of new products. Additionally, it facilitates the anticipation of the emergence or decline of various activities based on available knowledge. Recently, this theory has also been applied to measure greenhouse gas emissions in different countries, establishing a key link between emission reduction and the green economy—an essential strategy for achieving sustainable development.

The general objective of this research is to propose smart diversification lists towards a green economy in Mexico and Hidalgo, using on economic complexity techniques, to design data-driven green transition strategies.

As a first step, a contextual analysis was conducted on economic complexity, the green economy, and products with environmental benefits. Additionally, the green product space in Mexico was mapped for the period between 1995 and 2021, allowing for the identification of products associated with a green category in which the country has specialized over time.

Next, a systematic literature review was carried out to identify thematic and semantic connections between economic complexity and the pillars of sustainable development. This approach made it possible to discern emerging links between various topics and economic complexity. In this stage of the research, a total of 687 documents published between 2006 and 2022 were reviewed.

Subsequently, using economic complexity metrics along with additional product-level attributes—such as income level, income inequality, and emissions intensity—four minimum-condition filters were developed to identify green export diversification opportunities in Mexico. This phase of the project resulted in a portfolio of 57 environmentally beneficial products that Mexico could transition towards, based on (1) the affinity with the current export structure, (2) revealed comparative advantages, (3) higher potential income, and (4) more complex products associated with lower inequality and lower emissions.

For the state of Hidalgo, the first step was to identify the goods currently produced within green value chains. Subsequently, three diversification strategies were established: (1) maintenance, (2) related capabilities, and (3) trade inertia, leading to the identification of 34 export diversification opportunities. Additionally, productive diversification opportunities were recognized, identifying 31 industries that Hidalgo is likely to develop. According to Greenplexity, this approach assists policymakers in designing strategies to integrate into green value chains that drive the energy transition, such as critical minerals, solar panels, and electric vehicles. By analyzing local productive capabilities, the proposed tool identifies opportunities to create smart green growth strategies in Hidalgo under the premise of “generating prosperity by supplying what the world needs to decarbonize.”

Keywords:

Economic complexity, green economy, sustainable development, green products, diversification.

FICHA METODOLÓGICA

Concepto	Descripción
Título	Estrategias inteligentes de diversificación hacia una economía verde en México e Hidalgo: un enfoque desde la complejidad económica
Área de conocimiento	Económico Administrativas
Metodología	Complejidad económica
Objeto de estudio	Productos con beneficios ambientales y cadenas de valor verde
Objetivo	Proponer portafolios de diversificación inteligente hacia una economía verde en México e Hidalgo utilizando técnicas de complejidad económica, con el fin de diseñar estrategias de transición sostenibles basadas en datos.
Enfoque de la investigación empírica	Machine learning y ciencia de redes
Fuentes	DataMéxico, GrowthLab, Observatorio de Complejidad Económica

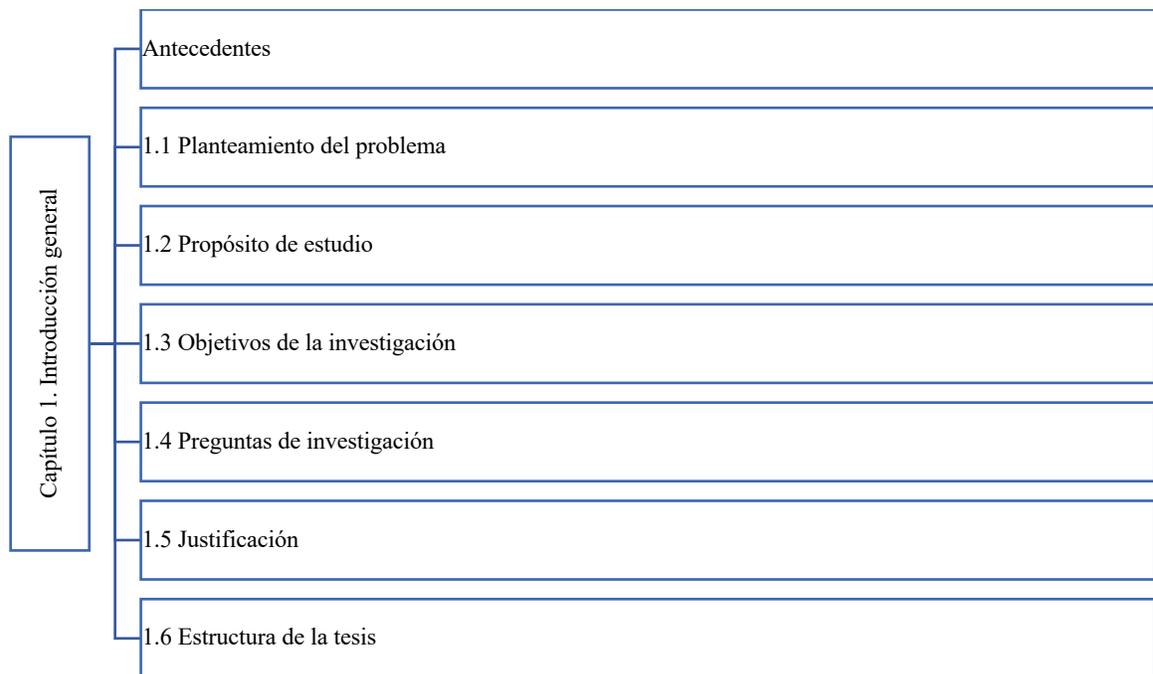
Nota. Elaboración propia.

CAPÍTULO 1
INTRODUCCIÓN GENERAL

Capítulo 1. Introducción General

En el presente capítulo se especifican los aspectos generales del proyecto, inicia con los antecedentes, posteriormente el planteamiento del problema, el propósito de estudio, seguido de los objetivos y preguntas de la investigación, la matriz de congruencia metodológica, a continuación, la justificación, por último, la estructura de la tesis, con la finalidad de contextualizar la presente investigación. En la figura 1.1 se muestra la estructura antes mencionada.

Figura 1.1 *Esquema del capítulo 1*



Nota. Esquema de los subtemas que componen el capítulo 1. Elaboración propia.

Antecedentes

La complejidad económica es un tópico que ha sido abordado en las últimas dos décadas, nace a partir del estudio de la transformación estructural y los patrones de la ventaja comparativa en el espacio-producto, en el que se argumenta que las capacidades y activos para producir un bien pueden intervenir en la producción de un bien similar, empleando una medida entre productos a través del uso de la ventaja comparativa (Hausmann & Klinger, 2006), posteriormente Hidalgo & Hausmann (2009) hacen la introducción del término complejidad económica y realizan una analogía de las capacidades de las regiones con cubetas de piezas de Lego, donde cada pieza es una capacidad, cada región es capaz de producir diversos productos con las capacidades existentes, como cada niño puede construir diversos modelos con las piezas disponibles.

Es una herramienta que se ha popularizado debido a su relación con la métrica de afinidad entre productos, que mide la afinidad de los bienes según la ubicación de los países (Hidalgo et al., 2007) y el uso de métricas de la geografía de actividades para estimar la diversificación de un país, comprendida por el número de productos que un país puede producir y exportar, así como la ubicuidad, que refiere al número de países que exportan cierto producto (Hidalgo & Hausmann, 2009).

Hidalgo & Hausmann (2009) describen la estructura de una economía, su riqueza y crecimiento, por ello, las grandes economías generan bienes y servicios con mayor valor que las economías en desarrollo, es decir, a mayor diversidad y menor ubicuidad, mayor complejidad económica y más grande será la red de conocimiento e innovación. La diversidad es comprendida como la capacidad de las regiones para aprovechar recursos y crear nuevos y la ubicuidad es la creación de productos poco imitables, siendo menor significa que el producto no es producido por varios países (García et al., 2022; Pérez-Hernández et al., 2019).

Este enfoque estudia la geografía y la dinámica de las actividades económicas utilizando métodos inspirados en ideas de sistemas complejos, ciencia de redes e informática. Pero lo que hace que el campo de la complejidad económica sea de alguna manera único, es que analiza la geografía de las actividades utilizando un enfoque basado en resultados. Es decir, en lugar de tratar de averiguar

qué capacidades o factores impulsan una economía, utiliza datos sobre la geografía de las actividades económicas para inferir la presencia de conjuntos de capacidades (OEC, 2022). Hidalgo, (2015) realiza una analogía de los genotipos y fenotipos la cual resulta útil para entender esta característica. Los genotipos son al conocimiento y capacidades (elementos no tangibles), como los fenotipos son al resultado (elemento visible y tangible). Es decir, a pesar de que *“los conocimientos y capacidades no son claramente conmensurables puesto que son irreductiblemente diversos”* (Sen, 2015, p. 270).

Asimismo, la complejidad económica se ha relacionado con la economía verde, un concepto introducido por Pearce (1992), refiere a la capacidad que tienen los productos de replicarse de una forma sostenible y la disociación de las tasas de cambio en el proceso productivo y los recursos ambientales necesarios, es decir, las industrias verdes se sustentan en una compatibilidad con el medioambiente, los recursos naturales y el bienestar humano. Este concepto se ha vuelto atractivo para los gobiernos en los últimos años, pues, la explotación de recursos naturales ha provocado serios problemas ambientales que ponen en peligro a futuras generaciones (Serrano, 2011).

Posterior a la crisis de 2007-2008, el término economía verde se popularizó y se integró a las agendas políticas, debido a la preocupación por el medioambiente y el cambio climático, el término economía verde incluye mejoras en el bienestar humano, equidad social, uso eficiente de recursos, reducción de emisiones y desigualdades, calidad de vida, beneficios a largo plazo, responsabilidad ambiental, tecnologías limpias, entre otros términos, sin embargo, no existe una definición universal, lo que para algunos autores puede ser ambiguo (Newton & Cantarello, 2014).

Es importante esclarecer que el concepto de economía verde no es lo mismo que el desarrollo sostenible. La economía verde se sostiene de tres estrategias fundamentales, 1) reducción de emisiones de carbono, 2) el uso de los recursos naturales y 3) mayor eficiencia energética. Donde uno de los principales objetivos que está relacionado con el desarrollo sostenible es la erradicación de la pobreza, resultando en una mejor calidad de vida, manteniendo los recursos naturales en el futuro (Carfi & Schilirò, 2012; Vargas Pineda et al., 2017).

Mealy & Teytelboym (2022) vinculan la complejidad económica con la economía verde, evalúan a los países por la cantidad de productos verdes que exportan, detectaron que los países con mayor número de dichas exportaciones son más propensos a tener menores emisiones de Dióxido de carbono (CO₂) y cuentan con más patentes amigables con el ambiente, asimismo, han creado dos métricas, el Índice de Complejidad Verde que expresa la capacidad de los países para exportar productos verdes, tecnológicos y sofisticados. Así como el Potencial de Complejidad Verde, que contiene información de productos verdes adyacentes y permite medir la afinidad de los productos en los que el país no es competitivo aún.

1.1 Planteamiento del problema

El cambio climático, la contaminación, el calentamiento global, las emisiones de gases de efecto invernadero, la deforestación, la superpoblación, el consumo excesivo de recursos y la sobreproducción, representan desafíos ambientales que afectan a nivel global. Estos problemas han desencadenado desastres naturales, sequías y la pérdida de biodiversidad, además de poner en riesgo la vida humana. La mitigación del daño ambiental se ha convertido en un tema central en las agendas internacionales y cada vez más regiones han emprendido esfuerzos para reducir su impacto en el medioambiente. Desde hace ocho décadas los responsables de la formulación de políticas públicas han mostrado un interés creciente en la gestión sostenible de los recursos naturales, con el propósito de generar beneficios tanto sociales como económicos (González & Márquez, 2021).

En la década de 1980, la preocupación ambiental adquirió mayor relevancia, trascendiendo los enfoques exclusivamente socioeconómicos, para integrar una visión de sostenibilidad. En este contexto, se enfatizó la necesidad de reducir los niveles de contaminación y promover acciones más responsables con el medioambiente (Brundtland, 1987).

A nivel mundial, se han implementado diversas estrategias, políticas públicas, legislaciones y objetivos encaminados a la protección del planeta, la mejora de la calidad de vida y la reducción del impacto ambiental.

En este sentido, las métricas de complejidad económica han demostrado ser útiles para el análisis de las emisiones de gases de efecto invernadero de una región (Can & Gozgor, 2017; Neagu & Teodoru, 2019). Asimismo, estas métricas se han vinculado con el concepto de economía verde, proporcionando información clave para la transición a un modelo económico más sostenible. A través de la producción responsable y del desarrollo de productos con beneficios ambientales se han realizado predicciones sobre el crecimiento de las exportaciones verde, destacando sus implicaciones para el crecimiento sostenible y la formulación de políticas industriales ecológicas (Mealy & Teytelboym, 2022).

En consecuencia, la complejidad económica puede servir como una fuente de información estratégica para el diseño de políticas de diversificación inteligente. Esto permitiría a los responsables de la toma de decisiones identificar oportunidades de especialización en productos amigables con el medioambiente, contribuyendo así a la mitigación de los impactos ambientales.

Hasta el momento, no se ha detectado la existencia de portafolios de diversificación inteligente orientados hacia la producción de bienes con beneficios ambientales en el estado de Hidalgo y México, lo que resulta en una brecha de investigación a considerar y con ello brindar listados que le permitan, al estado y país transitar hacia una economía verde.

A partir de las consideraciones anteriores, el objetivo de la presente investigación es proponer listados de diversificación inteligente para México e Hidalgo, con el fin de facilitar la transición a una economía verde, más respetuosa con el medioambiente. Los resultados permitirán evaluar la viabilidad de la incorporación de nuevas actividades económicas en función de las capacidades actuales, ofreciendo un panorama de oportunidades de diversificación con productos menos dañinos para el entorno.

1.2 Propósito de estudio

Realizar un análisis que permita identificar las actividades económicas verdes hacia las cuales México e Hidalgo pueden transitar, considerando las capacidades actuales, representa un paso fundamental para enfrentar la crisis económica y ambiental que afecta tanto al país como al mundo. Esta crisis ha sido consecuencia de un modelo de desarrollo enfocado en beneficios inmediatos sin una visión a largo plazo. Por ello, es imprescindible la implementación de estrategias que no solo atiendan estos problemas, sino que también promuevan el crecimiento económico mediante un enfoque integral que valore tanto la productividad como el capital natural disponible.

En este contexto, el logro de cambios tecnológicos y la acumulación de capacidades juegan un papel clave en el diseño de estrategias sostenibles. La sustentabilidad en su esencia, implica la adopción de una nueva ética para la convivencia en el planeta, basada en la construcción de una sociedad más equitativa y justa mediante la distribución adecuada de bienes y recursos (Darlow, 1996). En este sentido, Brundtland (1987, p.65) definió la sustentabilidad como el “*desarrollo que satisface las necesidades del presente, sin comprometer la habilidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades*”.

En este marco, las técnicas de complejidad económica proporcionan un enfoque basado en datos para analizar las capacidades que posee una región y con ello identificar las posibilidades de diversificación. Estas métricas permiten identificar sectores con alto potencial de crecimiento sostenible, facilitando la transición hacia una economía verde mediante la especialización inteligente en productos con menor impacto ambiental. La aplicación de este enfoque en México e Hidalgo contribuirá al diseño de estrategias de diversificación inteligente, orientadas a promover un desarrollo equitativo y sustentable y reducir la dependencia de sectores intensivos en emisiones.

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Proponer portafolios de diversificación inteligente hacia una economía verde en México e Hidalgo utilizando técnicas de complejidad económica, con el fin de diseñar estrategias de transición sostenibles basadas en datos.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Identificar las conexiones de la complejidad económica y el desarrollo sostenible mediante una Revisión Sistemática de la Literatura (RSL).
2. Aplicar métricas de complejidad económica para identificar un portafolio de oportunidades de diversificación exportadora verde en México.
3. Diseñar estrategias de diversificación exportadora y productiva para proponer un portafolio de productos estratégicos para el desarrollo de cadenas de valor verde en el Estado de Hidalgo.

1.4 Preguntas de investigación

1.4.1 Pregunta principal de investigación

¿Cuáles son las estrategias inteligentes de diversificación que promueven la transición hacia una economía verde en México e Hidalgo?.

1.4.2 Preguntas de investigación específicas

1. ¿Cuáles son las conexiones genéricas y sutiles de la complejidad económica?.
2. ¿Cuáles son las oportunidades de diversificación exportadora verde en México?.
3. ¿Cuáles son las oportunidades de diversificación exportadora y productiva que pueden impulsar el desarrollo de cadenas de valor verde en el Estado de Hidalgo?.

Con la finalidad de comprender la relación que existe entre los objetivos y las preguntas de investigación, se presenta una matriz de congruencia (Tabla 1.1)

Tabla 1.1 Matriz de congruencia objetivos y preguntas de investigación

Estrategias inteligentes de diversificación hacia una economía verde en México e Hidalgo: un enfoque desde la complejidad económica.			Título
Proponer portafolios de diversificación inteligente hacia una economía verde en México e Hidalgo utilizando técnicas de complejidad económica, con el fin de diseñar estrategias de transición sostenibles basadas en datos.			Objetivo general
Identificar las conexiones de la complejidad económica y el desarrollo sostenible mediante una Revisión Sistemática de la Literatura (RSL).	Aplicar métricas de complejidad económica para identificar oportunidades de diversificación exportadora verde en México.	Diseñar estrategias de diversificación exportadora y productiva para proponer un portafolio de productos estratégicos para el desarrollo de cadenas de valor verde en el Estado de Hidalgo.	Objetivos específicos
¿Cuáles son las estrategias de inteligentes de diversificación que promueven la transición hacia una economía verde en México e Hidalgo?.			Pregunta principal de investigación
¿Cuáles son las conexiones genéricas y sutiles de la complejidad económica?.	¿Cuáles son las oportunidades de diversificación exportadora verde en México?.	¿Cuáles son las oportunidades de diversificación exportadora y productiva que pueden impulsar el desarrollo de cadenas de valor verde en el Estado de Hidalgo?.	Preguntas de investigación específicas
Revisión Sistemática de la Literatura	Ciencia de datos, ciencia de redes, <i>machine learning</i>		Métodos y técnicas
VOSviewer, Graphext	<i>Software R</i> , Cytoscape, Arcmap, Github, Flourish, Datawrapper		Herramientas

Nota. elaboración con base en el planteamiento del problema. Fuente: Elaboración propia.

1.5 Justificación

La complejidad económica ha demostrado ser una herramienta útil para reconocer problemáticas sociales actuales y para identificar las actividades económicas predominantes en diversas regiones o países. A partir de este análisis, es posible detectar oportunidades de diversificación alineadas con las capacidades existentes. Diversos estudios han vinculado las métricas de complejidad económica con múltiples dimensiones, incluyendo aspectos políticos y económicos como la pobreza, la ventaja comparativa revelada y la competitividad. Asimismo, se han abordado temas culturales y sociales como la salud, política pública, finanzas, desigualdad y problemáticas medioambientales relacionadas con las emisiones de CO₂, las energías renovables, ecología, sustentabilidad y economía verde, caracterizada por su enfoque en la reducción de emisiones y el uso eficiente e incluyente de los recursos (Montiel-Hernández et al. 2024).

En la actualidad, la mitigación de los daños ambientales y la promoción de la sustentabilidad han adquirido una importancia creciente en la agenda global. La implementación de estrategias para la conservación de los recursos naturales es una prioridad y la complejidad económica ha surgido como una herramienta clave para identificar oportunidades de diversificación sostenibles. A través del análisis empírico, se han generado listados de productos verdes con potencial productivo en diversas regiones, promoviendo la especialización en bienes cuya producción o uso sean menos perjudiciales para el medioambiente (Belmartino, 2022; Montiel-Hernández, 2024; Palazzo et al. 2021; Pérez-Hernández et al., 2021).

Reconocer oportunidades de diversificación permitirá una transición hacia una economía verde, amigable con el medioambiente. Esto no solo contribuirá a la reducción de gases de efecto invernadero y el menor impacto ambiental, sino que también mejorará la calidad de vida de la población. El principal aporte social de la investigación radica en la capacidad para generar conocimiento aplicado que impulse la transformación productiva en territorios con alto potencial pero grandes rezagos económicos y sociales. Al proponer estrategias de desarrollo productivo relacionado con las capacidades existentes, favorece la generación de empleos de calidad y reducción de desigualdades. No solo se tiene un aporte académico, sino que ofrece herramientas

prácticas para la toma de decisiones basadas en datos, orientadas al bienestar colectivo y mejora en las condiciones de vida.

Además, este enfoque está alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), propuestos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), particularmente aquellos relacionados con la acción por el clima y la erradicación de la pobreza. Asimismo, el tema es de gran relevancia dentro de los Programas Nacionales Estratégicos (Pronaces) propuestos por la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI, 2025) que buscan dar solución a problemas nacionales a través de la articulación de capacidades científico-técnicas, propone un total de 10 programas, la presente se relaciona específicamente con en el eje de energía y cambio climático, debido a la urgencia de generar conocimiento aplicado e información científica para abordar estos desafíos y con ello alcanzar un sistema sostenible y equitativo en el país a través de estrategias de mitigación de daños ambientales en diversos sectores ofreciendo soluciones a largo plazo y la generación de políticas públicas para el uso sustentable de la energía (Covarrubias, 2021).

En el contexto nacional, el nuevo gobierno de México ha manifestado su compromiso por la protección ambiental y el desarrollo sostenible a través de diversas iniciativas. Entre ellas destacan la elaboración del Plan Nacional Hídrico, el impulso a la electromovilidad, la construcción de plantas de reciclaje y la transición energética mediante tecnologías renovables (Sheinbaum, 2024). Además, se ha propuesto la "Estrategia de Desarrollo Económico Equitativo y Sustentable para la Prosperidad Compartida" dentro del Plan México, un plan a largo plazo que busca fomentar la relocalización de industrias, la generación de empleo en sectores estratégicos y el fortalecimiento de la innovación científica y tecnológica. Esta estrategia tiene como objetivos la reducción de la desigualdad, el crecimiento en diversas cadenas de valor y la promoción de la sostenibilidad ambiental en sectores clave como la agroindustria, industria aeroespacial, automotriz y electromovilidad, bienes de consumo, farmacéutica y dispositivos médicos, semiconductores, textil y zapatos y química y petroquímica (Gobierno de México, 2025).

A nivel estatal, en Hidalgo se ha priorizado el desarrollo de capacidades tecnológicas y científicas que incidan en el bienestar social. Esto incluye la formación de capital humano especializado y el

impulso de la investigación e innovación para potenciar el talento local. Estas acciones están alienadas con los ODS, particularmente en lo que respecta a la educación de calidad, igualdad de género, acceso a energía, construcción de infraestructuras y la promoción de ciudades inclusivas y sostenibles (CITNOVA, 2024).

En este contexto, la presente investigación es pertinente y relevante, ya que permitirá identificar listados de productos y cadenas de valor verdes, que capturen claramente los bienes que están siendo benéficos para el medioambiente. A través de la aplicación de técnicas de complejidad económica, se podrán diseñar estrategias de diversificación inteligente, estas estrategias aprovecharán las capacidades actuales y explorarán su potencial de expansión, facilitando así la transición a un modelo económico más sostenible para México y el estado de Hidalgo.

En primera instancia, se realiza una Revisión Sistemática de la Literatura para identificar los principales enfoques teóricos y empíricos que vinculan los conceptos de desarrollo sostenible y complejidad económica, sentando las bases para una comprensión integral de su interrelación. A partir de ello, se aplican métricas de complejidad económica al caso de México, para proponer un portafolio de productos con potencial de diversificación exportadora, que además de contribuir al crecimiento económico, promuevan la transición a una economía verde. Finalmente, se proponen estrategias concretas para el Estado de Hidalgo, tomando en consideración las capacidades productivas actuales y potenciales para el desarrollo de cadenas de valor verde que impulsen el desarrollo sostenible. Es así, como los objetivos de la investigación demuestran una secuencia lógica, partiendo de la reflexión teórica a la aplicación empírica y la propuesta estratégica, sustentada en los principios de la complejidad económica, la economía verde y el desarrollo sostenible.

1.6 Estructura de la tesis

La presente está estructurada en 7 capítulos, se presenta a continuación una síntesis de cada uno.

Capítulo 1. Introducción general. En el capítulo se presenta la introducción, los antecedentes, propósito de estudio, objetivos y preguntas de investigación, matriz de congruencia entre los objetivos y preguntas de investigación, planteamiento del problema, justificación y el contenido capitular.

Capítulo 2. Contexto de la investigación. En este capítulo se contextualiza la investigación, prestando especial atención a la complejidad económica y la economía verde, los bienes con beneficios ambientales y la evolución de la complejidad económica en México a través del espacio-producto.

Capítulo 3. Vínculos intrínsecos entre la complejidad económica y las dimensiones de la sostenibilidad: una revisión sistemática de la literatura. En este capítulo se proporciona una revisión de la literatura de complejidad económica y sus vínculos con la economía verde y las dimensiones del desarrollo sostenible (económica, política, ecológica, social, humana y cultural). Se realiza una revisión sistemática de la literatura con un total de 687 documentos analizados mediante técnicas de procesamiento de lenguaje natural y análisis de contenido con lectura a profundidad.

Capítulo 4. Oportunidades de diversificación verde para México. Este capítulo presenta un portafolio de productos que representan oportunidades de diversificación verde para México, dadas sus capacidades actuales e inercia comercial, los productos son considerados bienes con beneficios ambientales, se enlistan bienes con altos y bajos beneficios en función de la complejidad de los productos.

Capítulo 5. Cadenas de valor verde en Hidalgo: oportunidades de diversificación exportadora y productiva. En este capítulo se realiza un diagnóstico de los bienes de las cadenas de valor verde que el estado de Hidalgo produce, posteriormente se proponen estrategias de

diversificación inteligente exportadora (producto) y productiva (industria) para el estado relacionado con las cadenas de valor verde.

Capítulo 6. Informe de política (policy brief). A manera de resumen, este capítulo presenta un informe de política sobre las implicaciones e impacto de los productos propuestos en la formulación de políticas para lograr la transición a una economía verde.

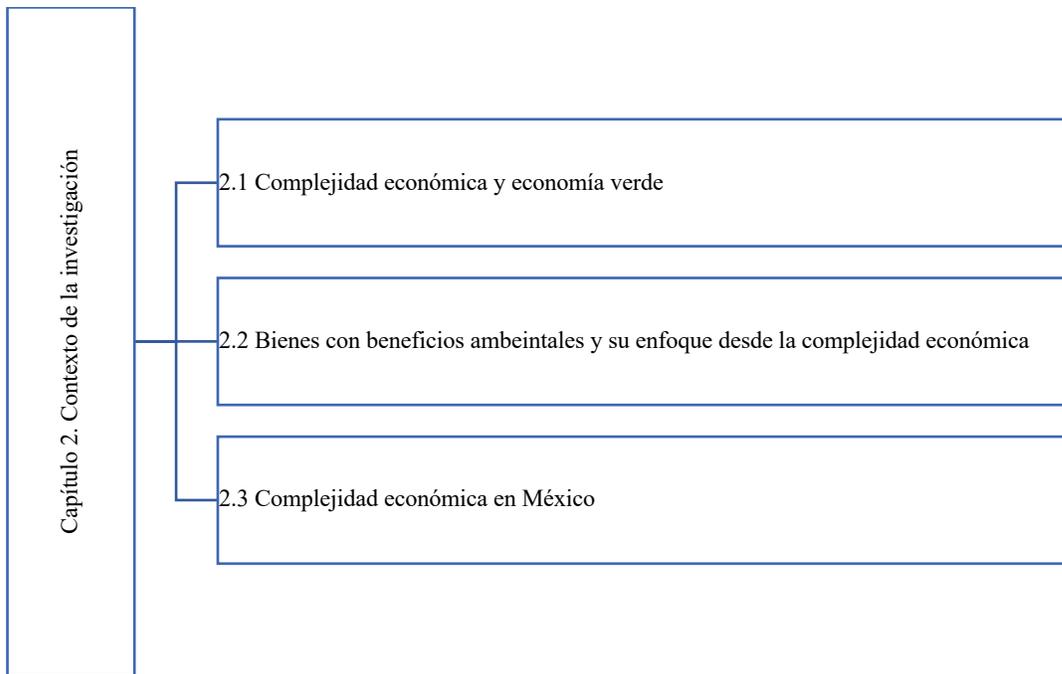
Capítulo 7. Reflexiones finales. En el capítulo se describen las reflexiones finales, las limitaciones y contribuciones del estudio, las propuestas para futuras generaciones y agenda de investigación.

CAPÍTULO 2
CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN

Capítulo 2. Contexto de la investigación

En el presente capítulo se describe la conceptualización de la información, considera la complejidad económica y economía verde, seguido de productos con beneficios ambientales y su enfoque desde la complejidad económica y finalmente la complejidad económica en México. En la figura 2.1 se detalla la estructura antes mencionada.

Figura 2.1 Esquema del capítulo 2



Nota. Esquema de los subtemas que componen el capítulo 2. Fuente: Elaboración propia.

2.1 Complejidad económica y economía verde

Con el objetivo de lograr una transición ecológica de la Unión Europea (UE) se ha creado el Pacto Verde, por su parte en Estados Unidos de América (EUA) y en Europa la expresión "Nuevo Pacto Verde" tiene sus orígenes en la Gran Depresión que ocurrió en EUA, el pacto tuvo componentes como gestión ambiental, reforestación y conservación del medioambiente, actualmente busca generar conciencia de la emergencia ambiental, afrontar la crisis y lograr coaliciones políticas para el progreso humano.

Tal es el caso de El Pacto Verde Europeo que son iniciativas de la UE, quien es pionera en políticas ambientales para frenar el cambio climático, con estas iniciativas busca lograr una transición económica y alcanzar la neutralidad climática que es el resultado de actividades humanas que no tienen efecto negativo en el cambio climático, dentro de los enfoques está reducir emisiones directas, parte de estrategias para disminuir la emisión de dióxido de carbono a largo plazo, con ello las empresas han buscado la creación de productos amigables con el medioambiente (CE, 2022; Kachi et al., 2020; Sanahuja, 2021).

El Pacto Verde de la UE busca una sociedad equitativa, con economía competitiva y moderna plantea sostenibilidad en clima, contaminación y biodiversidad, mediante cuestiones industriales, energéticas, movilidad, edificación, alimentación y agricultura. Busca que todos los factores de la economía contribuyan al cuidado y conservación del medioambiente, consideran también que con su aplicación se tendrá crecimiento económico, nuevos mercados y modelos de negocio, a su vez desarrollo tecnológico y creación de empleos. Se desea al menos una reducción del 55% de las emisiones de gases de efecto invernadero para 2030, para ello es necesario asegurar que la transición sea socialmente justa y rentable (CE, 2022; Sanahuja, 2021).

Se han elaborado estrategias para lograr los objetivos de la economía verde, dentro de ellas está el estimular la inversión pública y privada, evidenciar la reducción de la pobreza mediante actividades económicas primarias y la orientación de políticas económicas hacia la economía verde, promover el crecimiento económico, generación de empleos, sostenibilidad ambiental, erradicar la pobreza e inclusión de sectores vulnerables, el Programa de Naciones Unidas para el

Medio Ambiente (PNUMA, 2011) la define como la economía que generan equidad social y bienestar humano con una reducción en los riesgos ambientales (UNEP, 2018; Vargas et al., 2017).

El PNUMA es un promotor, educador y facilitador para fomentar el uso racional y el desarrollo sostenible del medioambiente, evalúa las condiciones y tendencias para establecer instituciones de gestión mediante normas y acuerdos, busca el desarrollo progresivo, protección de los derechos humanos y mejoramiento de cuestiones ambientales (ONU, 2022).

En la actualidad se ha detectado un vínculo entre la complejidad económica y la economía verde, Balland, et. al (2022) han distinguido la relación positiva entre la complejidad económica y el desempeño ambiental. En México, ha predominado la economía marrón, la cual busca maximizar los beneficios y el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB), deteriorando el entorno natural debido al empleo de combustibles fósiles, el ideal sería transitar a una economía verde, que disminuya los impactos del cambio climático y se traduzca en beneficios económicos y ambientales (Pérez-Hernández, 2022). Las diferencias entre la economía verde y la economía marrón se resumen en la tabla 2.1.

Tabla 2.1 *Diferencias entre la economía verde y la economía marrón*

	Economía marrón	Economía verde
PIB	Crecimiento	Más allá
Enfoque	Corto plazo	Largo plazo
Objetivo	Más actividad económica	Prosperidad
Sistema de producción	Lineal	Circular
Productos/servicios	Corta vida	Larga vida
Racionalidad	Divergentes	Convergentes

Nota. Datos tomados de Medina (2019). Fuente: Elaboración propia.

Para hacer frente al cambio climático y lograr desarrollo sostenible, preservación y restauración del equilibrio ecológico, se han implementado diversos programas y objetivos. En este sentido la ONU (2015) en la "Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible" establece los ODS, un total de 17 objetivos encaminados hacia una mejor calidad para la población en general, a partir del crecimiento económico sostenible e incluyente, son considerados una ruta para la elaboración de políticas mundiales y parteaguas para el desarrollo global, se integran en tres dimensiones: 1) económica, 2) social y 3) ambiental.

Son mecanismos que permiten a los gobiernos y a la población participar en sociedad, la disminución de brechas, reducción de la pobreza y hacer frente al cambio climático, los objetivos son: fin de la pobreza, hambre cero, salud y bienestar, educación de calidad, igualdad de género, agua limpia y saneamiento, energía asequible y no contaminante, trabajo decente y crecimiento económico, industria, innovación e infraestructuras, reducción de las desigualdades, ciudades y comunidades sostenibles, producción y consumo responsables, acción por el clima, vida submarina, vida de ecosistemas terrestres, paz, justicia e instituciones sólidas, alianzas para lograr los objetivos (Figura 2.2).

Figura 2.2 *Objetivos de Desarrollo Sostenible*



Fuente: Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2015).

En el caso de México está el Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024 (PECC 2021-2014), constituido por una serie de acciones, estrategias, metas y objetivos para que el país pueda enfrentar el impacto negativo del cambio climático, fortalece la seguridad alimentaria y la gestión de recursos hídricos, asigna responsabilidades, acciones, tiempos de ejecución, estimación de costos y resultados, está basado en los compromisos que la nación ha adquirido internacionalmente, se deriva de la Ley General de Cambio Climático (LGCC), cuenta con 4 objetivos prioritarios; 1) disminuir la vulnerabilidad al cambio climático de los ecosistemas, población y diversidad, 2) reducir las emisiones de gases para generar un desarrollo con bienestar social, 3) impulsar acciones y políticas para la mitigación de la crisis climáticas y 4) fortalecer mecanismos de coordinación y financiamiento para la instrumentación de la política de cambio climático. La LGCC establece que las personas físicas o morales deben declarar sus emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, con la finalidad de mitigar las emisiones de gases (CNPD, 2021; DOF, 2020, 2021).

Los métodos de complejidad económica se han popularizado en la actualidad, para medir el desarrollo y estudios de innovación, incluye el uso de técnicas de aprendizaje automático, permite anticiparse a cambios en los patrones de especialización, dichas medidas son representaciones de dimensionalidad reducidas para explicar la geografía de las actividades económicas de regiones, ciudades o países y con ello comprender la diversificación regional (Hidalgo, 2021).

Refleja la cantidad de conocimiento dentro de la producción de un país, permite la explicación de las divergencias entre el nivel de ingresos y predecir el crecimiento económico de las regiones, donde la producción de los lugares estará relacionada con su capacidad instalada y la combinación con las capacidades existentes, resultando en la diversificación de productos, con ello se asume que las ubicaciones con más conocimientos y capacidades productivas, tendrán mayor sofisticación en su producción (Barrios et al., 2018).

El crecimiento económico, el desarrollo (visto desde sus múltiples dimensiones), el cambio tecnológico, la desigualdad de ingresos, las disparidades espaciales y la resiliencia son todos resultados visibles de interacciones sistémicas ocultas. La complejidad económica mapea la

estructura de estas interacciones y explica cómo dan forma a varios procesos socioeconómicos y hace predicciones útiles sobre el cambio económico, se ha identificado cómo las personas trabajando en conjunto pueden desarrollar mejores productos, permite mayor especialización, prosperidad e innovación, brindando oportunidades de desarrollo económico y disminución de la desigualdad (Balland et al., 2022).

La complejidad económica permite reconocer problemas sociales actuales e identificar las actividades económicas de una región o un país, en la actualidad se ha popularizado el estudio de complejidad económica relacionado con la economía verde y la sustentabilidad, a pesar de ello es necesario profundizar en la investigación sobre la relación entre la sustentabilidad y la complejidad económica (Pérez-Hernández, 2022), En la tabla 2.2 se enlistan algunos de los estudios más recientes e importantes sobre complejidad económica y economía verde.

Tabla 2.2 *Investigaciones sobre complejidad económica y economía verde*

Título	Cita
Economic complexity and the green economy	(Mealy & Teytelboym, 2022).
Economic complexity and Environmental Performance: Evidence from a World Sample	(Boleti et al., 2021)
Economic complexity and greenhouse gas emission	(Romero & Gramkow, 2021)
Green product development: What does the country product space imply?	(Fraccascia et al. 2018)
Variety, complexity and economic development	(Dam & Frenken, 2020)
The development of nations conditions the disease space	(Garas et al., 2019)

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, existen estudios realizados donde se vincula a la complejidad económica y economía verde.

2.2 Bienes con beneficios ambientales y su enfoque desde la complejidad económica

La transición a una economía verde e inclusiva está relacionada con la producción de bienes con beneficios ambientales (productos verdes), de hecho, definir una industria amigable con el medioambiente, ha sido una tarea difícil, más aún los “bienes con beneficios ambientales”, así como sus exportaciones e importaciones, en la actualidad no existe una definición estándar, universalmente aceptada sobre el concepto de bienes ambientales.

Se ha puesto especial atención a la promoción de bienes con un impacto positivo al medioambiente y la adopción de tecnologías de bajas emisiones de carbono para lograr una transición sostenible. Organismos internacionales señalan la importancia de la adopción de productos con beneficios ambientales (ECLAC, 2019; OECD, 1999; UNEP, 2023).

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 1999) se dio a la tarea de desarrollar la primera clasificación de productos con beneficios ambientales, a partir de un listado de bienes ambientales, vinculados con el sistema armonizado (HS-1992) a seis dígitos en común con la Organización Mundial del Comercio (OMC), forma en la que se permitió comparar los niveles arancelarios en los distintos mercados. La lista está compuesta por 164 líneas arancelarias, las cuales tienen gran potencial para mejorar la competitividad internacional, organizadas en tres categorías y 18 subcategorías (Tabla 2.3), tras eliminarse consignaciones en subcategorías, la lista contiene 132 productos.

La OCDE, ha definido: *“la industria de bienes ambientales consiste en actividades que producen bienes para medir, prevenir, limitar, minimizar o corregir el daño ambiental al agua, el aire y el suelo, así como los problemas relacionados con los desechos, el ruido y los ecosistemas. Esto incluye tecnologías y productos más limpios que reducen el riesgo ambiental y minimizan la contaminación y el uso de recursos”* (1999, p. 11).

Tabla 2.3 *Categorías de los productos medioambientales de la OCDE*

Categoría	Descripción	Subcategorías
Tecnologías y productos de gestión de la contaminación	Tienen efecto significativo en la reducción de las emisiones contaminantes	<ul style="list-style-type: none"> - Control de la contaminación del aire - Gestión de aguas residuales - Gestión de residuos sólidos - Saneamiento y descontaminación - Mitigación de ruidos y vibraciones - Monitorización, análisis y evaluación medioambiental
Tecnologías y productos más limpios	Mitigación o eliminación de los efectos negativos en el ambiente, se prestan (a menudo) con otros fines distintos a los ambientales.	<ul style="list-style-type: none"> - Tecnologías y procesos más limpios y de uso eficiente de recursos - Productos más limpios y de uso eficiente de recursos
Tecnologías y productos de gestión de los recursos	Diseño, construcción, instalación o suministro de tecnologías y bienes relacionados con la reducción del impacto de la extracción de recursos naturales	<ul style="list-style-type: none"> - Control de la contaminación del aire interior - Suministro del agua - Materiales reciclados - Plantas de energía renovable - Gestión y ahorro de calor o energía - Agricultura y pesca sostenible - Silvicultura - Gerencia de riesgos naturales - Ecoturismo - Otros

Nota. Elaboración propia con base en OECD, (2002); OMC, (2022).

Incluyen una amplia gama de bienes e insumos con beneficios ambientales, tales como: control de la contaminación del aire, tecnologías más limpias y eficientes, gestión del calor y la energía, reducción de ruido y vibraciones, entre otros (Tabla 2.4) Asimismo, destacan los problemas al momento de determinar los bienes ambientales, como los múltiples usos que se les puede dar, de los cuales, varios no son ambientales (OCDE, 2022; Sauvage, 2014).

Tabla 2.4 *Beneficios de los productos medioambientales usados por la OCDE*

Código	Beneficio
APC	Control de la contaminación del aire.
CRE	Tecnologías y productos más limpios o más eficientes en el uso de recursos.
EPP	Productos ambientalmente preferibles según el uso final o la eliminación de características.
HEM	Gestión del calor y la energía.
MON	Equipos de vigilancia, análisis y evaluación ambiental.
NRP	Protección de los recursos naturales.
NVA	Reducción de ruidos y vibraciones.
REP	Planta de energía renovable.
SWM	Manejo de sólidos y residuos peligrosos y sistemas de reciclaje.
SWR	Limpieza o remediación de suelos y aguas.
WAT	Gestión de aguas residuales y tratamiento de agua potable.

Nota. Elaboración propia con base en Sauvage (2014).

Posteriormente, para la cumbre del G20 celebrada en Toronto, Canadá, la OCDE propuso una lista actualizada de 150 bienes y servicios ambientales plurilaterales (PEGS) centrados principalmente en bienes relevantes para combatir el cambio climático, posteriormente se publicó la lista combinada de bienes ambientales (CLEG) compuesta por 248 bienes, organizada por tema ambiental, productos considerados como pertinentes para combatir el cambio climático (Sauvage, 2014).

En 2009, la OMC publicó el Acuerdo de Bienes Ambientales (EGA, por sus siglas en inglés), con la misma finalidad: reducir o eliminar los aranceles de productos relacionados con el medioambiente, para alcanzar la protección al medioambiente y cambio climático, con un total de 480 productos ecológicos (OMC, 2009).

El Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, 2012), refiere que, para lograr un crecimiento verde, es necesaria la adopción de medidas coordinadas para enfrentar el cambio climático, limitar o prevenir problemas ambientales y la consecución de objetivos de desarrollo económico sostenible, por ejemplo, la inversión, liberalización y comercialización de bienes y servicios que permitan la protección del medioambiente y el desarrollo de tecnologías y con ello el acceso a tecnologías ambientales a un menor costo, lo que contribuye positiva y directamente a los objetivos de crecimiento verde y desarrollo sostenible.

El APEC desarrolló la Lista de Bienes Ambientales con el fin de reducir los aranceles de los productos, con el compromiso de continuar con dichas actividades para apoyar a las economías con reducciones arancelarias sobre la lista, compuesta por 54 bienes, vinculados con el sistema armonizado (HS-2002, HS-2007 y HS-2012) a cada producto se le describe su beneficio ambiental.

En 2014, en el Acuerdo sobre Bienes Ambientales (ABA) miembros de la OMC se comprometieron a reducir los aranceles de la Lista de Bienes Ambientales de la APEC, considerados como bienes que se necesitan para proteger el medioambiente y abordar el cambio climático, acordaron explorar productos adicionales para responder a los cambios tecnológicos que puedan contribuir al desarrollo sostenible y crecimiento verde (OMC, 2014).

Recientemente, Mealy & Teytelboym (2022) integraron la lista de la OCDE, OMC y APEC para tener un total de 543 productos a seis dígitos en HS-1992, posteriormente combinaron dichos bienes con la lista de COMTRADE para analizar el comercio de los productos por país en el periodo 1995-2014.

Detectaron que algunos de los 543 productos, su beneficio ambiental era cuestionable, además ciertos productos solo habían sido presentados por un país, por ello decidieron llegar a un conjunto sólido de productos verdes que sean útiles para los creadores de políticas públicas y respaldado por expertos. Crearon una lista de 295 productos verdes, producto de la unión de la lista básica de la OMC y las listas de APEC y OCDE, es una lista refinada, tienen la ventaja de que cada producto ha sido respaldado por países miembros de la APEC o la OMC y sus beneficios ambientales han sido respaldados por la OCDE. Algunos de los productos que contiene son considerados verdes

porque su uso o consumo final tienen efectos beneficiosos para el ambiente, o porque contribuyen a la limpieza o reducción de los daños ambientales.

Las economías del APEC (2021), han prestado especial atención a la posibilidad de actualizar el listado de bienes ambientales y la promoción de los servicios ambientales, esto debido al surgimiento de nuevas tecnologías, bienes e innovaciones respetuosos con el medioambiente, la adición permitirá adoptar medidas concretas que contribuyan a los desafíos ambientales más graves.

2.3 Complejidad económica en México

Una herramienta de visualización útil para la complejidad económica y el reconocimiento de la relación entre productos es el espacio-producto, muestra que tan “cercanas” o similares son las capacidades y conocimientos en las regiones o países. La estructura de los productos exportados por un país puede influir en su capacidad de diversificar su economía y desarrollar nuevas capacidades productivas (Hidalgo et al., 2007).

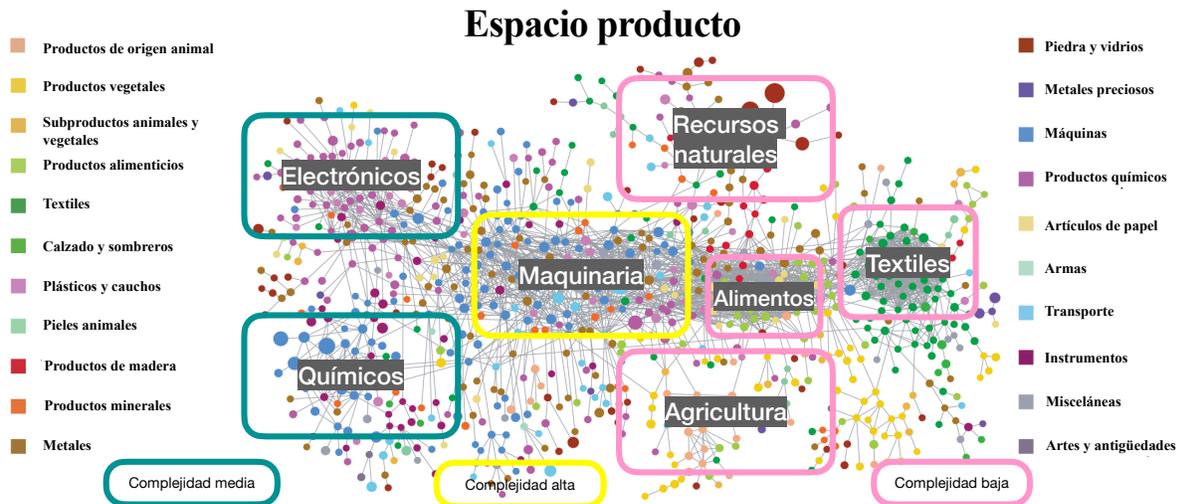
Bajo la estructura de redes, el espacio-producto distingue, por colores los sectores y cada nodo (punto) representa un producto de exportación, cuenta con un total de 866 productos, cada vínculo (línea) entre dos productos refiere a que ambos bienes requieren capacidades similares para su producción, muestra si un lugar posee ventaja comparativa revelada (VCR) en la producción y exportación de productos y que tan cerca (o lejos) está de otros productos que no tienen VCR (Barrios et al., 2018; Hidalgo et al., 2007).

Captura la dificultad de las economías simples, como las que se basan en la agricultura para transitar hacia una economía más compleja, con los productos que se ubican al centro de la visualización (Hartmann et al., 2019).

Los productos han sido seleccionados empleando el árbol de expansión mínima, que elimina los bienes que se conectan “poco” con productos adyacentes (Hidalgo et al., 2007). El espacio-producto, es entonces una herramienta visual para reconocer los sectores productivos que predominan en una región, la VCR de los productos y la cercanía con productos similares.

En la figura 2.3 se muestra un espacio-producto, en el que se resalta el tipo de productos y se agrupan por actividad y nivel de complejidad, de lado derecho se distinguen los recursos naturales, alimentos y agricultura, con un nivel de complejidad bajo. De lado izquierdo se encuentran los químicos y electrónicos, los cuales tienen un nivel de complejidad media, en el centro se encuentran los productos con complejidad alta, dentro de los que se agrupa la maquinaria.

Figura 2.3 *Espacio-producto a 4 dígitos*



Nota. La figura representa el espacio producto a 4 dígitos (HS), cada nodo representa un producto, el color de los nodos corresponde al sector y las aristas están en función del relacionamiento entre productos. Fuente: Elaboración propia con base en Hartmann et al., (2019); Hidalgo (2021).

Existen diversas herramientas que permiten la visualización del espacio producto de las naciones, en el caso de México, se puede acceder al portal de DataMéxico (2024) que permite la integración, visualización y análisis de datos públicos de la economía mexicana, asimismo, al Observatorio de Complejidad Económica (OEC, 2024) que posibilita la exploración de patrones comerciales y comparar el rendimiento económico de las regiones, además del GrowthLab (2024) de la Universidad de Harvard que identifica las fronteras de crecimiento y fomenta la investigación y desarrollo de políticas públicas basadas en datos económicos.

A continuación se presentan las visualizaciones sobre el espacio producto de la República Mexicana, con un total de 866 productos, en el periodo comprendido entre 1995 y 2021, para lograr las visualizaciones se obtuvieron los datos por año del Atlas de Complejidad Económica de Harvard (GrowthLab, 2024) y posteriormente se realizó la distinción de la VCR binaria, los productos que exportó México (1) y los productos que no exportó México (0). Una vez que se obtuvieron las bases de datos se generaron las visualizaciones con *Cytoscape*.

En las figuras 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, el tamaño de los nodos está en función de la VCR del producto en ese año, los nodos más grandes expresan que en ese año México exportó el producto. El color de los nodos indica el tipo de producto, es decir, un nodo verde indica un producto asociado a una categoría verde, los nodos grises son productos no asociados a categorías verdes.

Se muestran las visualizaciones del espacio-producto de México desde el año 1995 hasta el año 2021, los productos asociados a categorías amigables con el medioambiente que ha producido el país, están enfocados en temas, tales como: control de contaminación del aire, productos ambientalmente preferibles basado en el uso fina o en las características de eliminación, gestión del calor y la energía, equipos de vigilancia, análisis y evaluación ambiental, protección de recursos naturales, reducción de ruidos y vibraciones, planta de energía renovable, gestión de residuos sólidos peligrosos y sistemas de reciclaje, limpieza y remediación de suelos y aguas, gestión de aguas residuales y tratamiento de agua potable y en su mayoría en tecnologías y productos más limpios o más eficientes en el uso de recursos, las anteriores son categorías propuestas por la OCDE (2014).

Entre 1995 y 2000, el principal producto de exportación de México fue automóvil, seguido de petróleo crudo. Entre 2001 y 2003, las exportaciones de ambos productos se mantuvieron, mientras que la de ordenadores mostró un crecimiento significativo. En 2004 y 2005, la exportación de pantallas de video y el petróleo crudo dominaron el listado. Para 2006, la exportación de ordenadores disminuyó y los principales productos exportados fueron petróleo crudo, automóviles y pantallas de video, una tendencia que persistió hasta 2011.

En 2012 y 2013, estos productos continuaron dominando el comercio exterior, mientras que las exportaciones de ordenadores volvieron a incrementar. Durante los dos años siguientes, se observó un aumento en la exportación vehículos de motor, al igual que piezas accesorios y caminos de entrega. Sin embargo, en 2016 y 2017, la venta de petróleo crudo experimentó una notable disminución. Para 2018, los principales productos exportados fueron automóviles, vehículos de motor, ordenadores y caminos de entrega. Entre 2019 y 2021, los automóviles se consolidaron como el principal producto de exportación, seguidos de los ordenadores (OEC, 2024).

En la figura 2.5 se observa que entre 1995 y el año 2000 el país tenía una VCR en el producto medioambiental Campanas y artículos similares, no eléctricos, de metales comunes (8306), el cual tiene un nivel de complejidad bajo, el producto no presentó VCR en los años posteriores.

El país tiene VCR en productos amigables con el medioambiente en los 7 grupos del espacio producto: 1) Recursos Naturales, 2) Alimentos, 3) Textiles, 4) Agricultura, 5) Químicos, 6) Electrónicos y 7) Maquinaria, los productos especialmente concentrados en maquinaria, son bienes con niveles de complejidad alta. De 1995 a 1998, el producto verde con $VCR > 8$ fue Receptores/monitores/proyectores de televisión a color (8528), en 1998 el bien antes mencionado fue el que mayor VCR tuvo en México, es decir en ese año el país se especializó en la producción de un bien amigable con el medioambiente, el cual es adyacente, en el espacio-producto con Antenas y reflectores aéreos (8529), Lavadoras automáticas, de capacidad seca < 10 kg (8450) y Aires acondicionados tipo ventana/pared, autónomos (8415), este último considerado amigable con el medioambiente.

En los años 1999 y 2000 el bien medioambiental con $VCR > 9$ fue Locomotoras ferroviarias diésel-eléctricas (8602), en el último año fue el de mayor VCR, producto adyacente otro producto verde Vagones para transporte de mercancía sobre carriles (rieles) (8606). En el año 2001 el producto verde con mayor VCR fue Receptores/monitores/proyectores de televisión a color (8528), adyacente con el bien medioambiental Aires acondicionados tipo ventana/pared, autónomos (8415), que tuvo un $VCR > 2$.

El siguiente año, los Cuadros eléctricos de control y distribución, $< 1kV$ tuvieron $VCR > 7$ (8537) fueron el producto verde con mayor especialización, cercano con 7 productos, de los cuales 3 son verdes; Automóviles (8703), Piezas para motores y generadores eléctricos (8503) y Bolas de hierro/acero forjadas/estampadas para molinos (7326). El producto más exportado en el 2003 fue, de nuevo, Receptores/monitores/proyectores de televisión a color (8528), misma situación sucedió en 2004 y 2005, la diferencia en el último año consistió en que el producto más exportado en México fue un producto amigable con el medio ambiente con $VCR > 9$.

En el año 2006 sucedió lo mismo que en el año 2005, pues el producto con mayor VCR fue un producto amigable con el medio ambiente, este fue Vagones para transporte de mercancía sobre carriles (rieles) (8606), lo anterior refleja la especialización que logró la región, pues en los años 1999 y 2000 el producto con mayor VCR era un producto adyacente al presente producto. Asimismo, el segundo producto con mayor VCR también fue verde: receptores/ monitores/ proyectores de televisión a color.

Entre los años 2007 a 2009 el producto con mayor VCR en México fue Receptores/ monitores/ proyectores de televisión a color (8528), para los 2010, 2011 y 2012 el producto descendió a la segunda posición, con una $VCR > 9$, en ese periodo el producto que más especialización exportadora tuvo fue tomate.

El producto con mayor VCR en 2013 fue Vagones para transporte de mercancía sobre carriles (rieles) (8606), la especialización se mantuvo desde el 2005. En 2014 fue el mismo producto verde anterior (8606), con $VCR > 19$, en 2015 la VCR incrementó a 21.1 el país tenía el 54.22% del total de las exportaciones mundiales (variación 2014-2015 de 25.2%). En 2016 el bien cayó, hasta la

posición número 134, con $VCR > 1$, solo con 2.98% de las exportaciones (variación 2015-2016 de -97%) (DataMéxico, 2024; OEC, 2024). En ese año el bien medioambiental con mayor especialización de exportación cayó a la quinta posición, con $VCR > 8$, estos fueron los Camiones vehículos de motor para el transporte de mercancías (8704), en 2017 regresaron a la primera posición los vagones ferroviarios o de tranvía ($VCR > 17$). En 2018 los Vehículos de motor para el transporte de mercancías (8704) fueron los bienes medioambientales que mayor VCR tuvieron.

En el año 2019, el producto con mayor VCR fue un producto verde (Vagones para transporte de mercancía sobre carriles), con $VCR > 19$. En el año 2020 el bien medioambiental con $VCR > 8$ fue Vehículos de motor para el transporte de mercancías (8704) el cual tiene conexiones primarias con cuatro productos, de los cuales 3 son verdes, Telas sin tejer, incluso impregnadas, recubiertas, revestidas o estratificadas (5703), Partes identificables como destinadas, única o principalmente a los motores (8409) y Partes de accesorios de vehículos automóviles (8708), en el 2020 México se especializó en la exportación de losas y adoquines de cerámica esmaltada (producto no verde). En 2021 los vagones para transporte de mercancía sobre carriles (rieles) (8606) tuvieron una $VCR > 13$ mientras que en 2016 su VCR fue de 1.14, lo que indica que el país logró especializarse, dadas sus capacidades con el paso de los años.

Se observa que los productos medioambientales con VCR están concentrados en maquinaria y electrónicos, lo cual concuerda con la información proporcionada por el OEC (2024) que, como se ha mencionado, México exportó automóviles (maquinaria) y pantallas de video (electrónicos).

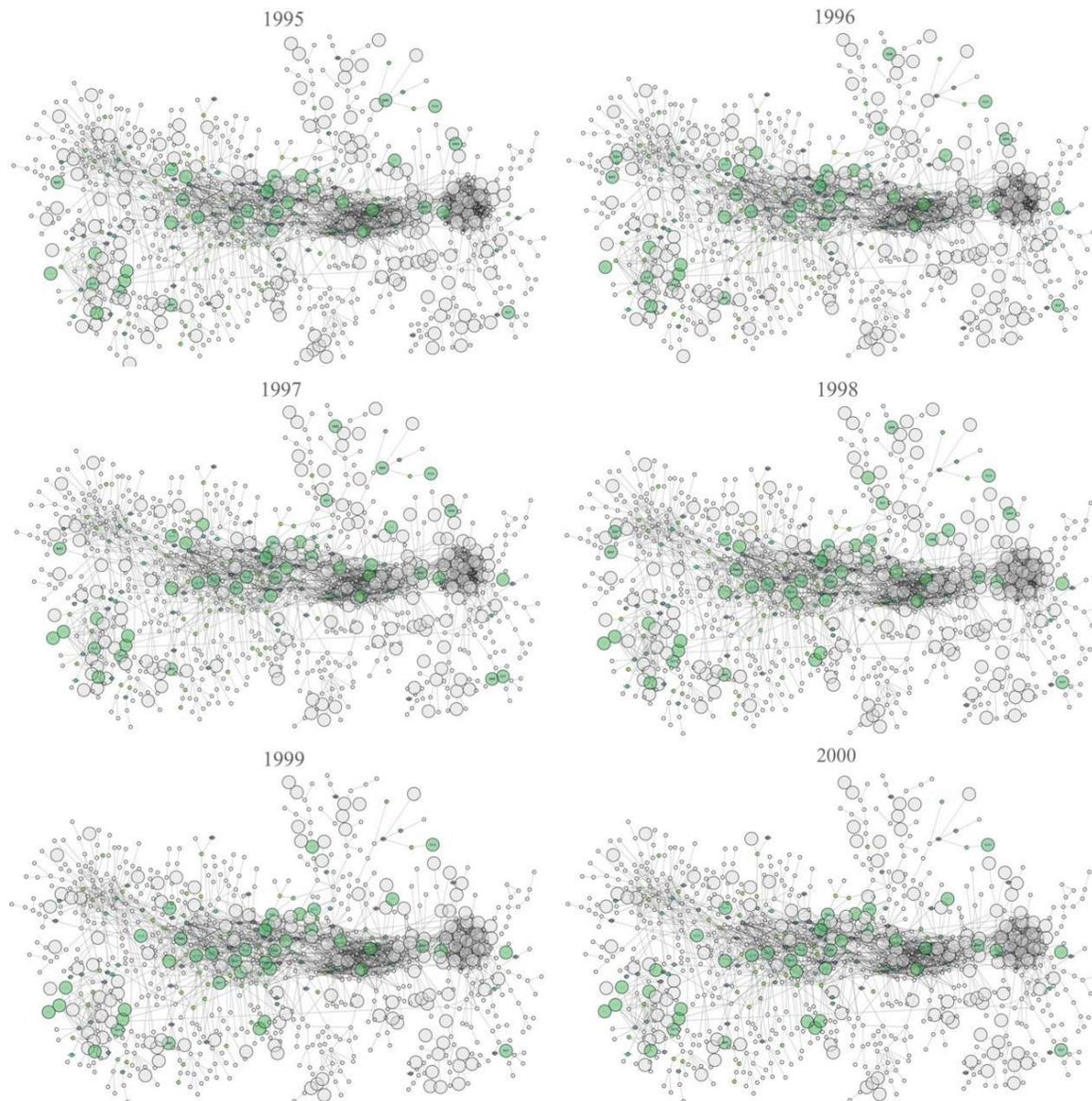
Se ha analizado el top 5 de los sectores con mayor VCR en México en el periodo 1995 a 2021, en esa clasificación, el sector que ha estado presente en cada uno de los años es la agricultura (complejidad baja), entre 1996 y 2013 el sector de electrónicos (complejidad media) dominó esa lista. Entre 1995 y 2005 la producción de maquinaria (complejidad alta) mostró niveles altos de VCR. El sector productor de vehículos (complejidad media) igualmente ha estado dentro del listado de especialización en exportaciones en México.

Dentro del periodo mencionado, se vio reflejada la producción de bienes amigables con el medio ambiente, específicamente en los sectores de vehículos y electrónicos, exceptuando 1995, 2018 y

2020 que, dentro de los 5 productos con mayor VCR no hubo ninguno verde. Entre 2005 y 2009 el producto con mayor ventaja comparativa revelada fue un bien medioambiental, misma situación entre 2013 a 2015, 2017 y 2019.

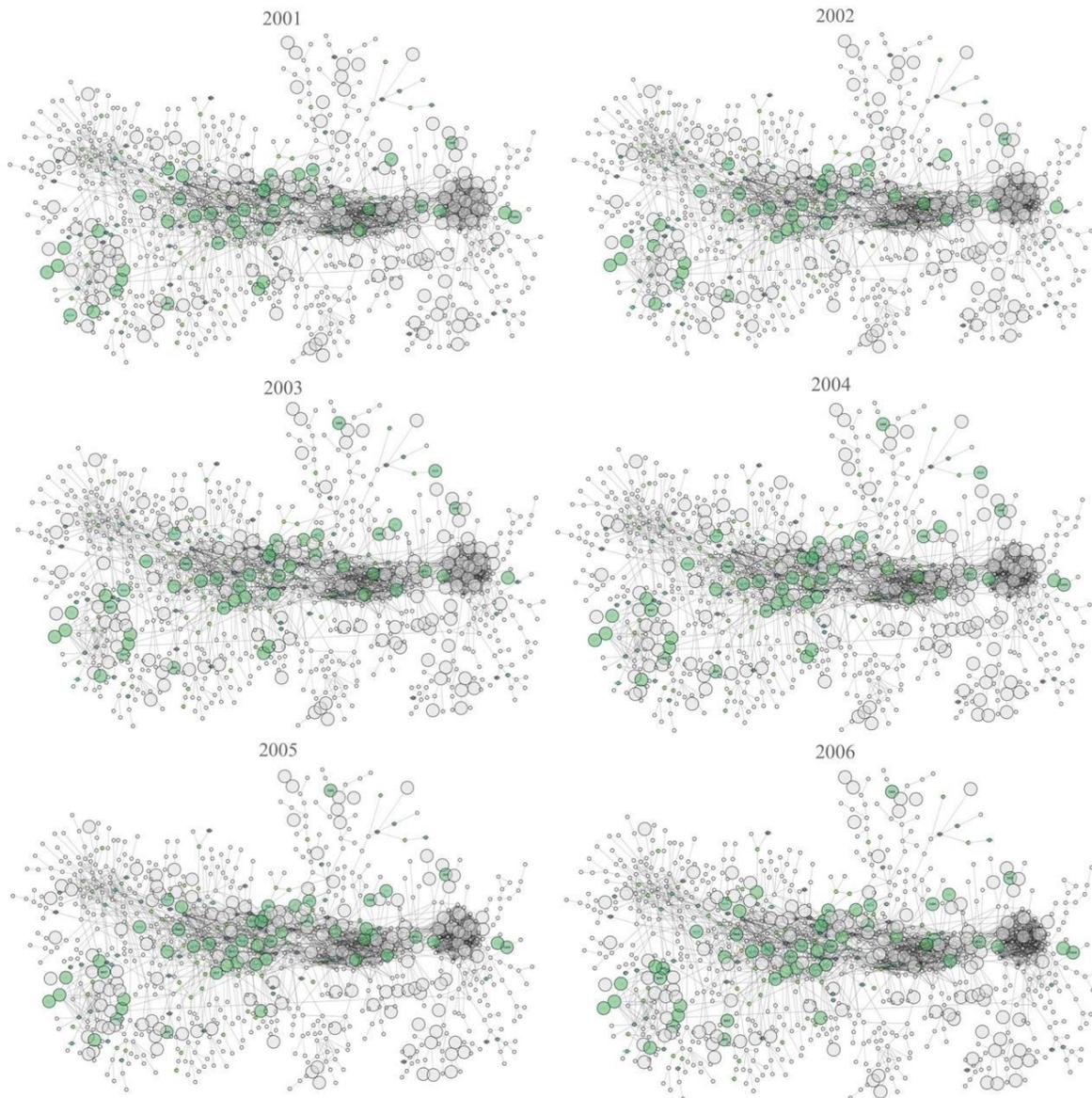
Lo anterior refleja que dado a la cercanía del espacio-producto y de la especialización, México es propenso a la producción y especialización de productos amigables con el medioambiente, lo ha demostrado, pues, por ejemplo, al final de los años noventa, el producto con mayor VCR era cercano con otros productos que 6 años después fueron los más especializados en la exportación, lo mismo sucedió en el 2016 con productos que 5 años después fueron los que mostraron la mayor VCR.

Figura 2.4 *Espacio-producto en México 1995 a 2000*



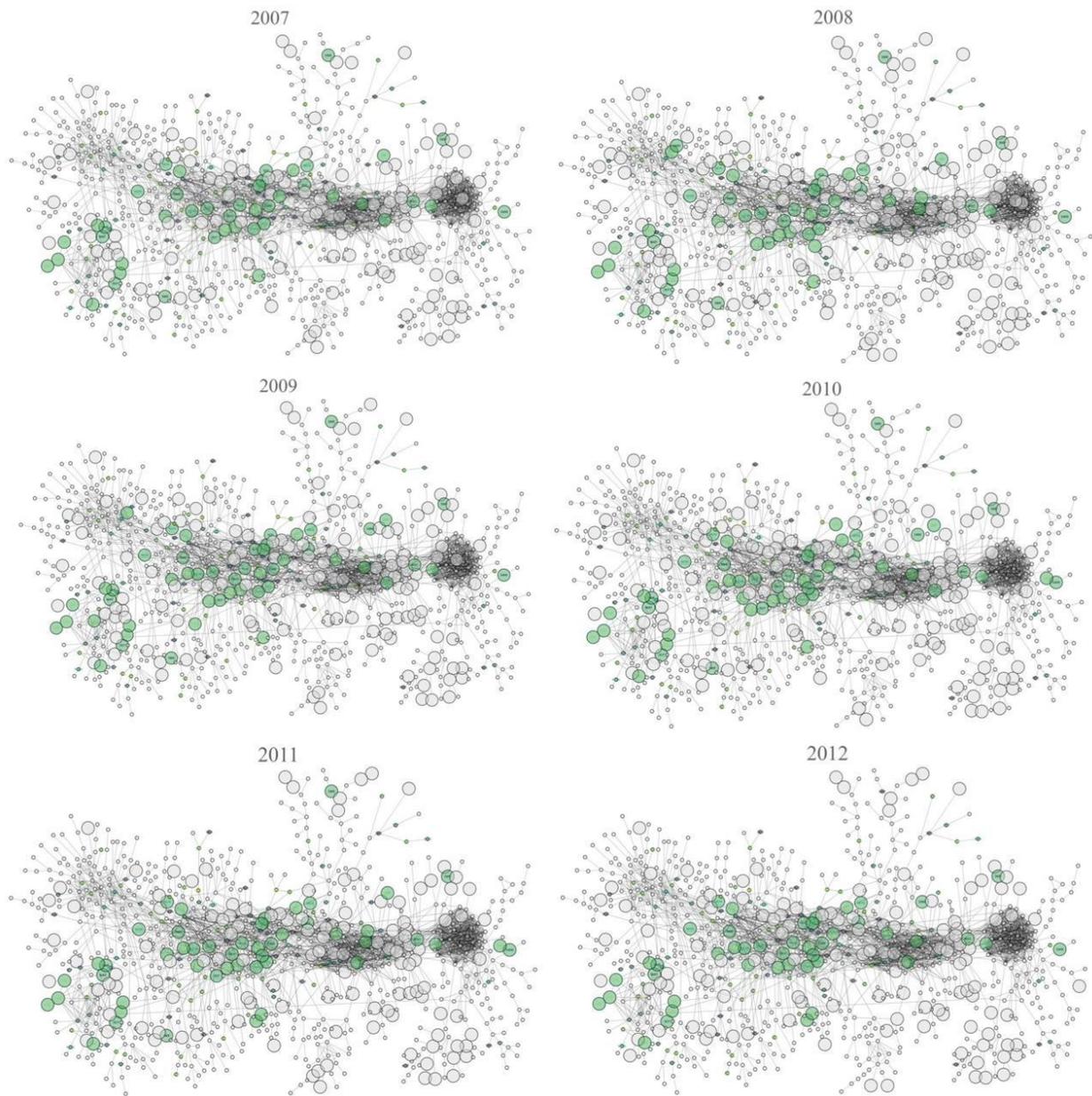
Nota. El tamaño de los nodos está dado por la ventaja comparativa revelada, el color verde de los nodos está relacionado con productos asociados a categorías verdes. Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.5 *Espacio producto verde – no verde en México 2001 a 2006*



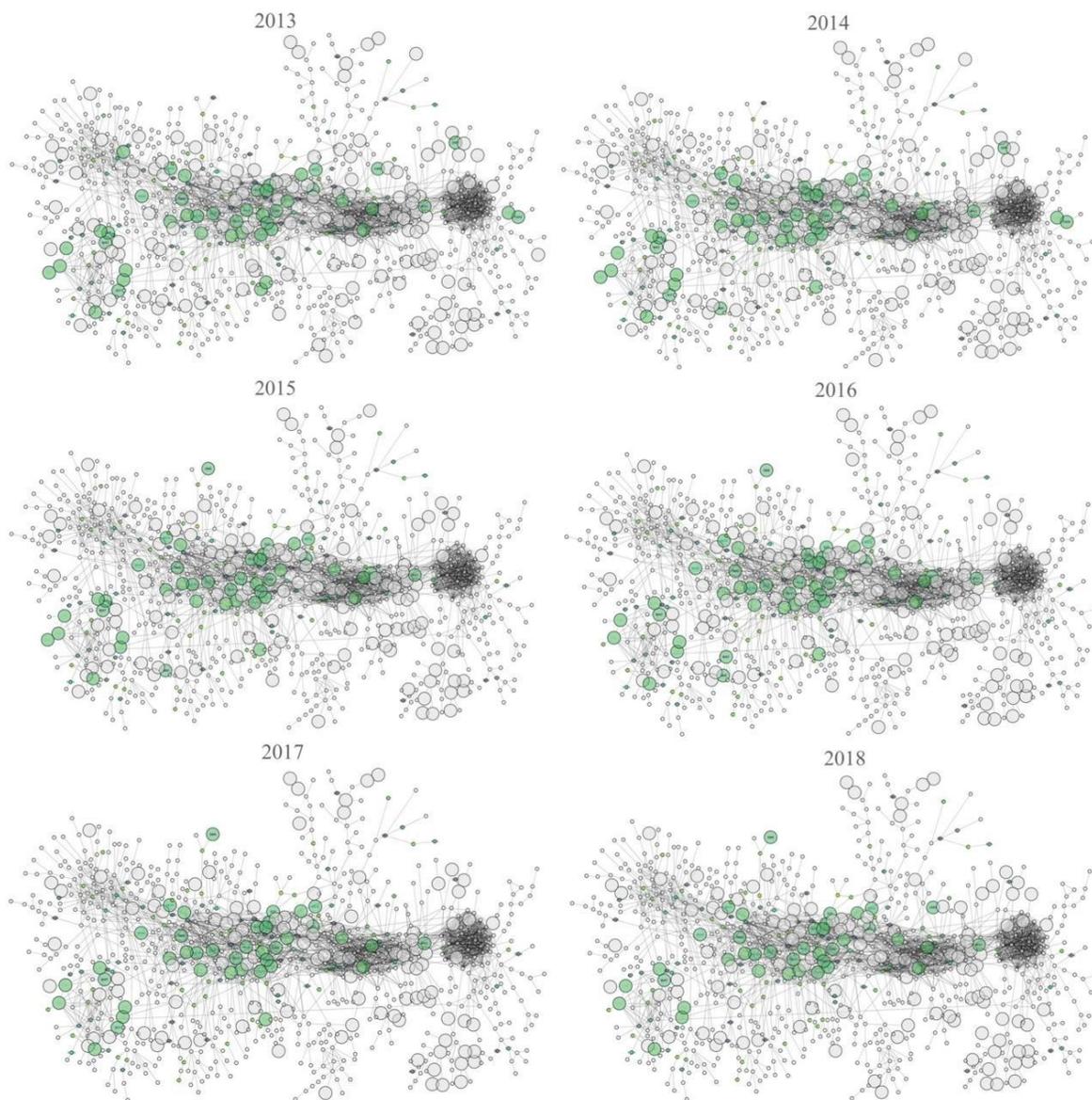
Nota. El tamaño de los nodos está dado por la ventaja comparativa revelada, el color verde de los nodos está relacionado con productos asociados a categorías verdes. Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.6 *Espacio producto verde – no verde en México 2007 a 2012*



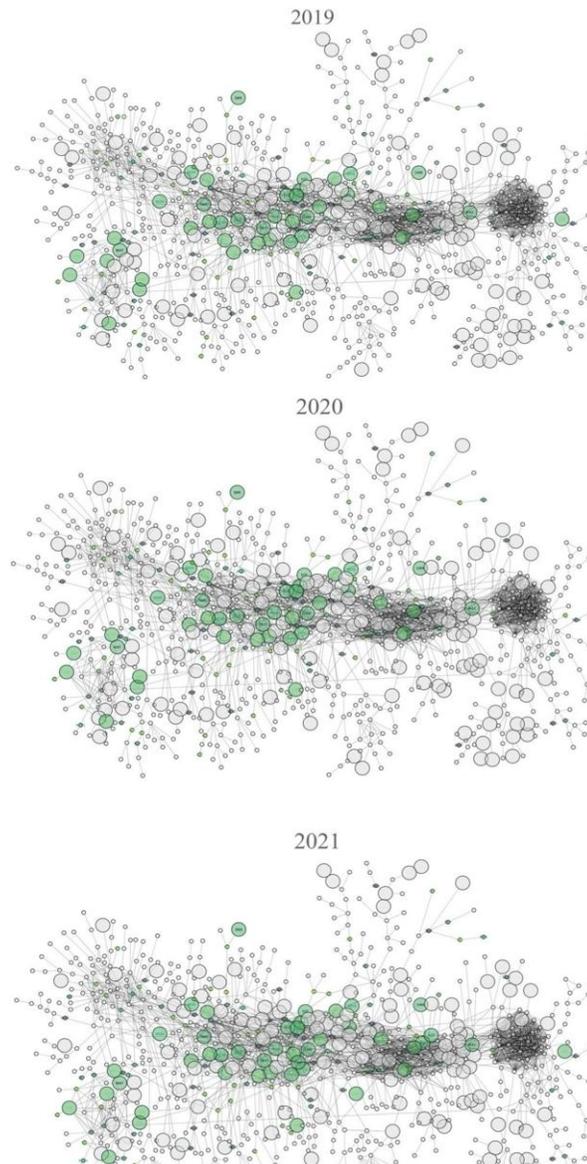
Nota. El tamaño de los nodos está dado por la ventaja comparativa revelada, el color verde de los nodos está relacionado con productos asociados a categorías verdes. Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.7 *Espacio producto verde – no verde en México 2013 a 2018*



Nota. El tamaño de los nodos está dado por la ventaja comparativa revelada, el color verde de los nodos está relacionado con productos asociados a categorías verdes. Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.8 *Espacio producto verde – no verde en México 2019 a 2021*



Nota. El tamaño de los nodos está dado por la ventaja comparativa revelada, el color verde de los nodos está relacionado con productos asociados a categorías verdes. Fuente: Elaboración propia.

El desarrollo económico en México se ha guiado por los principios de la economía marrón, una economía basada en el crecimiento del PIB, deteriorando consigo el entorno natural por el uso de combustibles fósiles, debe buscar una transición a una economía preocupada por la preservación ambiental, la cual puede traer consigo incrementos en el empleo, siendo más intensivas en conocimiento e innovación (Young, 2016).

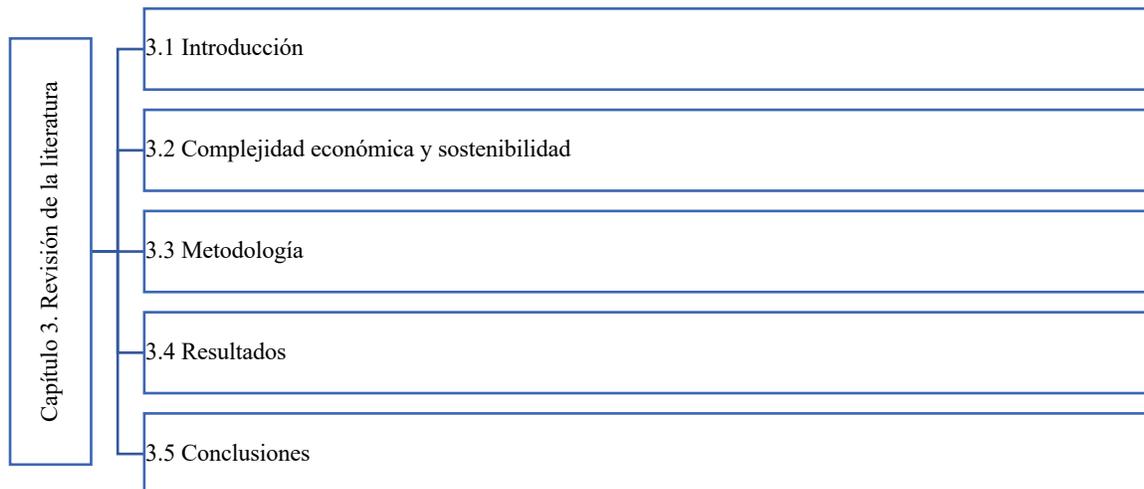
México, actualmente especializado en exportación de cerveza (2203), no considerada como producto medioambiental, pero está tecnológicamente cercano a la producción de Lana de escoria, lana de roca y lanas minerales similares (6806) y Unidades aislantes de vidrio de paredes múltiples (7008), productos amigables con el medioambiente, lo que significa que el equipo y las habilidades necesarias para la producción son similares, lo mismo ocurre con los Vagones para transporte de mercancía sobre carriles (rieles) (8606) segundo producto con mayor VCR en 2021, es un producto verde y es adyacente con otros productos medioambientales; Locomotoras de ferrocarril (8602) y Partes de locomotoras.

CAPÍTULO 3
VÍNCULOS INTRÍNSECOS ENTRE LA COMPLEJIDAD ECONÓMICA Y LAS
DIMENSIONES DE LA SOSTENIBILIDAD: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA
LITERATURA

Capítulo 3. Vínculos intrínsecos entre la complejidad económica y las dimensiones de la sostenibilidad: una revisión sistemática de la literatura

En el presente capítulo se realiza una revisión sistemática de la literatura, está compuesto por introducción, complejidad económica y sostenibilidad y posteriormente las dimensiones de la sustentabilidad vinculadas con la complejidad económica dimensión social, humana, ambiental, económica, política, cultura y por último los vínculos entre complejidad económica y sostenibilidad. En la figura 3.1 se detalla la estructura antes mencionada.

Figura 3.1 Estructura del capítulo 3



Nota. Esquema de los subtemas que componen el capítulo 3. Fuente: Elaboración propia.

El capítulo está orientado con el objetivo específico 1, identificar las conexiones de la complejidad económica y el desarrollo sostenible, a través de una revisión sistemática de la literatura.

3.1 Introducción

Rodríguez et al., (2015) ponen en manifiesto la necesidad de hacer revisiones de la literatura que permitan analizar, interpretar y visualizar temas, lo anterior se logra a través de la aplicación de diversas competencias. Es considerado un estudio "secundario" previo a él se cuenta con una diversidad de estudios "primarios". Expresan que una Revisión Sistemática de la Literatura (RSL) debe estar desarrollada bajo el siguiente orden: 1) planificación; consiste en la organización de las temáticas a revisar, 2) desarrollo; extracción de la información, acotando autores (si es el caso), 3) escribir; usar métodos analíticos, visuales, sintéticos, deductivos, entre otros, según se adapten al tema de estudio.

Para Denyer y Tranfield (2009) los investigadores en áreas económico-administrativas tienen grandes oportunidades de investigación, las cuales se presentan como una descripción extensa y detallada de la literatura, por lo que se puede aprender de diversas áreas, lo cual es posible realizando revisiones sistemáticas, pues a partir de métodos característicos, localiza los estudios existentes sobre un tema en específico, recopila la información, la evalúa, analiza y sintetiza. Lo anterior permite producir conclusiones más amplias que difícilmente podrían ser generadas con otros métodos. Para ello se deben establecer diversos criterios de selección, inclusión y exclusión, con ello se busca eliminar el sesgo a través de un enfoque científico, replicable y transparente. Asimismo, sugieren 4 principios alternativos que los investigadores deben seguir;

Transparencia: los procesos y métodos deben ser abiertos y explícitos, demostrar la generación de vínculos claros entre la evidencia y conclusiones y aclarar los supuestos que sustentan la revisión.

Inclusión: responder si la investigación agrega algo nuevo la comprensión del tema.

Explicación: organizar datos en formatos que permitan resumir la información.

Heurística: desarrollar conocimientos para dar soluciones o explicaciones amplias.

Las RSL tienden a ser de mayor calidad que otras revisiones a la literatura, presentan evidencia para hacer conclusiones más amplias, partiendo de la síntesis de la evidencia existente, asimismo permiten explicar las diferencias cuando los hallazgos son inconsistentes, una RSL correctamente ejecutada tendrá la capacidad de conceptualizar, evaluar o ampliar, según sea el caso la teoría en cuestión (Baumeister, 2013; Harris et al., 2014; Siddaway et al., 2019).

La RSL se compone de 4 actividades principales; a) ubicación de la información, b) preprocesamiento de texto, c) análisis semántico, d) visualización e interpretación de resultados, e) análisis temático. A continuación, se detalla cada uno de los pasos mencionados anteriormente.

Como se ha mencionado, una RSL permite sintetizar la información disponible mediante la revisión y análisis de un tópico y con ello es posible crear significados más grandes y obtener mayores conclusiones. En el caso de la presente revisión serán analizados los documentos de trabajo, pre impresiones y artículos de complejidad económica bajo el enfoque de Hidalgo & Hausmann, (2009). Dentro del criterio de exclusión, se descartaron todos los documentos que no se encuentren bajo dicho enfoque (Denyer & Tranfield, 2009; Manterola et al., 2013; Siddaway et al., 2019).

El procesamiento del texto se hace mediante el uso de técnicas computacionales que basan su análisis en la co-ocurrencia de palabras dentro del título y resumen a través del Procesamiento del Lenguaje Natural (PNL) (Chowdhary, 2020). Para identificar los grupos semánticos dentro de la complejidad económica se ejecuta un análisis semántico mediante PNL el cual, mediante reglas de interpretación simple realiza un análisis dinámico de la información disponible. Analiza los títulos y resúmenes de los documentos previamente seleccionados y los agrupa en *clusters* basados en la co-ocurrencia de palabras generando visualizaciones de redes (Graphext, 2022).

A partir de la visualización generada mediante *Graphext*, es posible la creación de significados más amplios, a través de la combinación de palabras. Asimismo, para el análisis semántico, se emplea el software *VOSviewer*, para analizar la proximidad y co-ocurrencia de palabras, se genera una visualización la cual permite identificar las temáticas vinculadas con la complejidad económica y los pilares del desarrollo sostenible.

3.2 Complejidad económica y sustentabilidad

Se ha detectado la utilidad de la complejidad económica para predecir el crecimiento económico (Hidalgo & Hausmann, 2009; Natera & Castellacci, 2021) desigualdad de ingresos (Caous & Huarng, 2020; Lee & Wang, 2021) emisiones de gases de efecto invernadero (Mealy & Teytelboym, 2022; Romero & Gramkow, 2021).

Así también predecir el crecimiento económico, cambios en la economía y competitividad de las regiones, mediante la geografía económica y métricas de las regiones, ciudades y países, sofisticación, diversidad y ubicuidad de los productos, es decir, qué tantos bienes se pueden producir en una región y que tan difícil es su producción, a su vez, analiza estructuras de producción y comercio, permite la creación de políticas para economías más eficientes donde se distingan sus características más importantes (Hidalgo, 2021).

Los tres pilares de la sustentabilidad típicamente incluyen el aspecto económico, social y ambiental (Brundtland, 1987). No obstante, la cultura, está emergiendo gradualmente del ámbito de la sustentabilidad social y se reconoce que tiene un papel separado, distinto e integral en el desarrollo sostenible (Wiktor-Mach, 2020).

Dentro del campo de la sustentabilidad, la cultura se analiza en términos de capital cultural, definido como: tradiciones y valores, patrimonio y lugar, las artes, la diversidad y la historia social (Duxbury & Gillette, 2007). Paralelamente, otras de las dimensiones emergentes son: la política y humana, la primera de ellas reflejada por: *policy, politics, decision-making and goverment issues* (UNESCO, 2005) mientras que la segunda capturada por el índice de desarrollo humano, la educación y el capital humano.

El futuro ya está aquí, pero está distribuido de manera no uniforme (William Gibson citado por Dator, 2017). Una forma de trazar una agenda para futuras investigaciones es identificar entre cientos de documentos pistas acerca de las tendencias emergentes que darán lugar al futuro de un campo de investigación. Para lograr la sustentabilidad, los países deben considerar múltiples dimensiones: económicas, sociales, ambientales, políticas, culturales y del desarrollo humano

(Dalampira & Nastis, 2020; Duxbury & Gillette, 2007; Pawłowski, 2008; Purvis et al., 2019; Wiktor-Mach, 2020).

Sorprendentemente, la complejidad económica ha sido utilizada para explicar todos estos factores, ya sea de forma comparativa, particular o interrelacionada. Desde los clásicos estudios sobre el espacio-producto para entender la diversificación económica; hasta, por ejemplo, las novedosas aplicaciones de las técnicas de afinidad para dibujar las proximidades entre géneros musicales (Klement & Strambach, 2019), deportes (Knuepling & Broekel, 2020) y enfermedades (Garas et al., 2019).

Hasta el año 2023, fueron detectadas únicamente cinco revisiones de la literatura sobre complejidad, dos de ellas son revisiones narrativas realizadas por sus principales exponentes (Balland et al., 2022; Hidalgo, 2023). Mientras que tres son revisiones sistemáticas; la primera de Junior et al. (2022), enfocada en detectar las aplicaciones regionales o municipales del Índice de Complejidad Económica (ICE) con una compilación de 287 documentos. La segunda de Ferraz et al., (2021) que vinculan la complejidad económica específicamente con el desarrollo sostenible, la diversificación y la política industrial, utilizando una colección de 374 artículos publicados entre 1988 al 2020 (incluyendo literatura de sistemas complejos). La tercera de Bahrami et al., (2022) quienes compilaron 111 artículos y esclarecieron la conexión entre complejidad económica y la competitividad regional.

Se presenta una RSL sobre complejidad económica, que usa como bases de datos: *Scopus*, *Web of Science* y *Semantic Scholar* y que logra compilar 687 documentos, colección exclusiva de investigaciones de complejidad que usan el enfoque de Hidalgo & Hausmann (2009) y que han sido publicados entre el 2006 y principios de noviembre del año 2022, con lo cual fue posible descubrir por primera vez las conexiones de la complejidad económica con las dimensiones de sustentabilidad y reconocer los vínculos de la complejidad económica con tópicos poco desarrollados, investigaciones de frontera y su relación con las dimensiones de la sustentabilidad; a) económica, b) social, c) ambiental, d) cultural, e) política y f) humana, lo anterior con la finalidad de reconocer nuevas formas de aplicar los métodos de complejidad económica.

Para UNESCO (2005), basado en el Departamento de asuntos económicos y sociales de las Naciones Unidas, las dimensiones de la sustentabilidad están integradas fundamentalmente por:

Dimensión económica: Reflejada en la estructura económica (desempeño económico, comercio, nivel financiero, productividad); patrones de consumo y producción, uso de energía, manejo y generación de residuos o economía circular y transporte.

Dimensión social: Representada en problemas relacionados con la equidad (pobreza, equidad de género, rol de la mujer, exclusión/inclusión social); salud (estado nutricional, mortalidad, agua para beber, provisión de salud); empleo, vivienda (condiciones de la vivienda); seguridad (crimen), población (cambio poblacional).

Dimensión ambiental: Constituida por temas relacionados a la atmósfera (cambio climático, adelgazamiento de la capa de ozono, calidad del aire); tierra (agricultura/seguridad alimentaria, forestal, desertificación, urbanización); océanos, mares y costas (zona costera, pesca, economía azul); agua potable (cantidad y calidad del agua); biodiversidad (ecosistema y especies), uso sustentable de los recursos naturales, turismo sustentable, principalmente.

Conocer las implicaciones que tiene la complejidad económica sobre los temas derivados de las dimensiones de sustentabilidad puede ser ventajoso para identificar nuevos pronósticos, impactos o relaciones aun no explicadas que puedan incidir a entender diversos fenómenos dentro del desarrollo sustentable. Ya que, de acuerdo con Safi et al., (2023), los países deberían enfatizar y mejorar aún más su complejidad económica; esto debido a que: las economías más complejas están bien preparadas para adaptarse al cambio climático global y reducir las emisiones. Esto se debe a sus destacadas capacidades innovadoras y de desarrollo técnico. En otras palabras, las políticas que fomentan la complejidad económica pueden ser una estrategia efectiva para reducir las emisiones de carbono y contribuir a promover el desarrollo sustentable.

3.3 Metodología

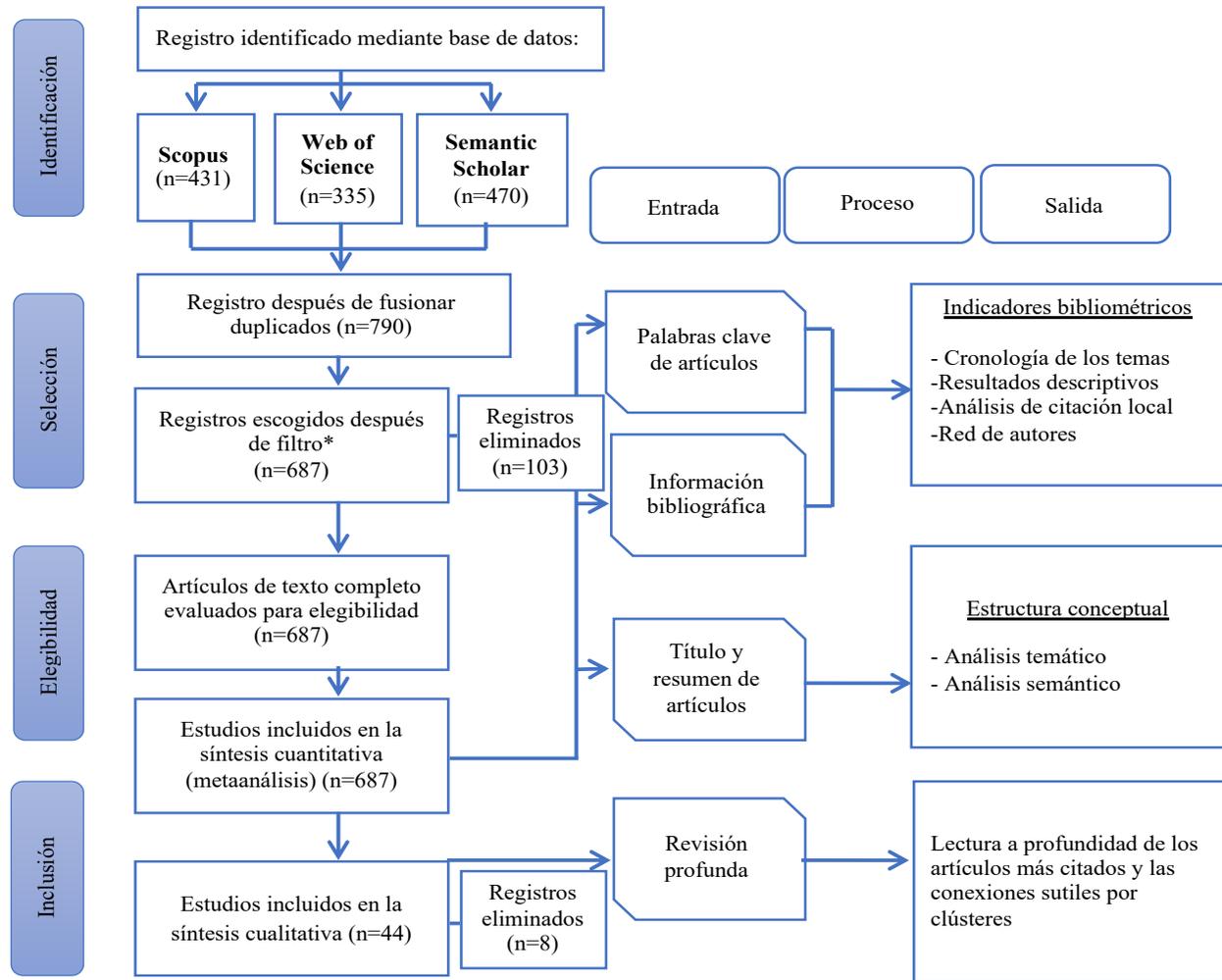
Una RSL permite sintetizar la información existente de un tópico, revisar aspectos cuantitativos y cualitativos y con ello analizar el comportamiento de un tema (Denyer & Tranfield,

2009; Manterola et al., 2013). Paralelamente, mediante la síntesis de la información se pueden realizar conclusiones más amplias y crear significados más grandes (Siddaway et al., 2019).

Derivado de lo anterior, se decidió aplicar la metodología de la RSL y el mapeo científico sistemático para identificar y seleccionar los estudios, seguido de la lectura a profundidad de un subconjunto de documentos relacionados con artículos relevantes (dada su citación) y artículos con temas emergentes y periféricos/sutiles (que reflejen tendencias emergentes). Esta propuesta supera algunas de las limitaciones de otras revisiones de literatura realizadas y aporta una visión integral de las conexiones de la complejidad económica.

Concretamente, la trazabilidad de este proyecto (proceso metodológico) está compuesto por cuatro fases principales; 1) ubicación de la información, 2) preprocesamiento de texto y uso de paqueterías, 3) análisis semántico y temático y 4) análisis de lecturas a profundidad. Cada uno de los pasos anteriormente mencionados se detallan en la Figura 3.2.

Figura 3.2 Trazabilidad de la investigación

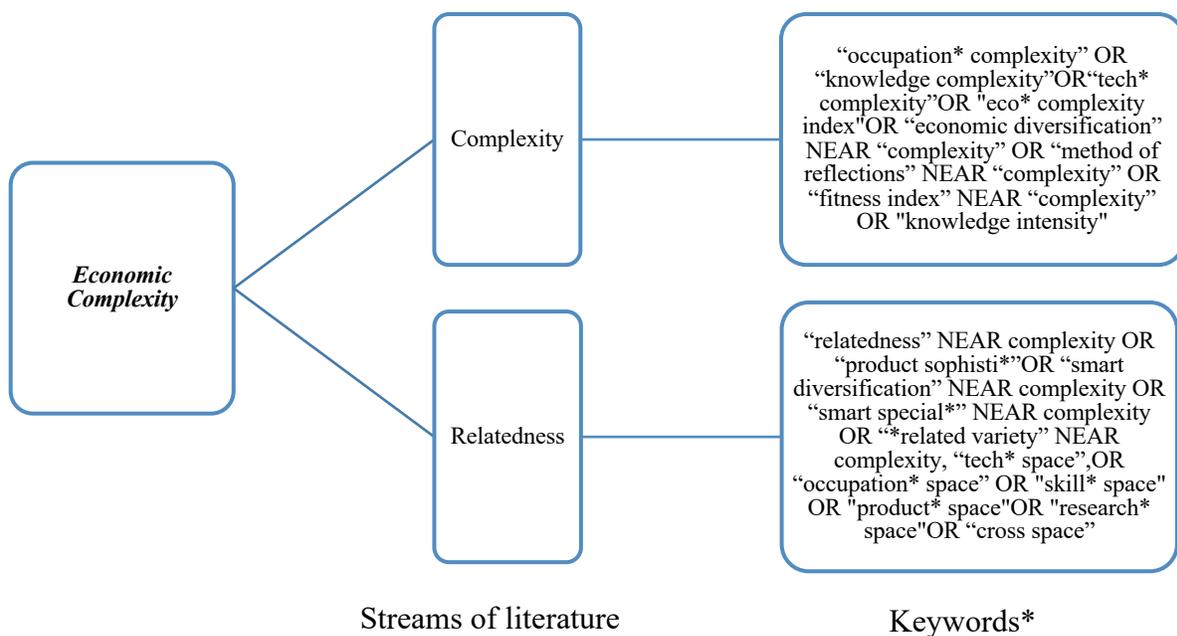


Nota. Para el proceso 1 denominado “análisis bibliométrico” usamos la paquetería de R para correr biblioshiny; mientras que para el proceso 2 denominado “análisis de texto” ocupamos VOSviewer para construir la red temática y Atlas.ti, para realizar el análisis cualitativo-semántico de los documentos compilados y Graphext fue ocupado para la visualización e interacción con los datos de nuestra revisión sistemática. Fuente: Elaboración propia.

Para localizar los estudios se emplearon las siguientes bases de datos a) *Scopus*, b) *Web of Science* y c) *Semantic Scholar* y se llegó a un acuerdo sobre las palabras clave, para ello se seleccionaron un total de 17 palabras relacionadas con las corrientes de la literatura vinculadas a la teoría de la complejidad económica. Las búsquedas comprenden desde 2006 hasta el 2 de noviembre de 2022.

La cadena de búsqueda se hizo en el idioma inglés (Figura 3.3). No obstante, el idioma no se señaló como criterio de exclusión, por lo que todos los idiomas detectados por las bases de datos fueron incrustados a la cadena de búsqueda. Las consultas dentro de *Semantic Scholar* se hicieron iterativamente ocupando las palabras clave, mientras que para *Scopus* y *Web of Science* se utilizó la cadena de consulta.

Figura 3.3 Palabras clave y cadena de consulta



CADENA DE CONSULTA

PALABRAS CLAVE* AND TS=("economic complexity") and 2022 or 2021 or 2020 or 2019 or 2018 or 2017 or 2016 or 2015 or 2014 or 2013 or 2012 or 2011 or 2010 or 2009 or 2008 or 2007 or 2006 (Publication Years) and English or Russian or Spanish or Turkish or Chinese or French or German or Italian or Portuguese (Languages)

Fuente: Elaboración propia con base en Hidalgo (2021).

Para la compilación se consideraron: artículos científicos, documentos de trabajo, preimpresiones de artículos y libros. Inicialmente, en *Scopus* se obtuvieron 431 documentos, mientras que *Web of Science* arrojó 355 registros y *Semantic Scholar* 470 elementos, después de fusionar elementos similares se contó con un total de 790 documentos y a partir de la revisión y lectura de cada uno de los títulos, resúmenes y referencias, se excluyeron aquellos que no estaban relacionados con la complejidad económica entendida desde enfoque de Hidalgo & Hausmann (2009), en dicho proceso fueron eliminados 103 documentos, teniendo un total de 687 registros finales para procesarlos conforme: el análisis bibliométrico y el análisis de texto para generar la red semántica y temática. Finalmente, los documentos incluidos para su lectura a profundidad fueron 110, los cuales están relacionados con los artículos más citados por temática y artículos que contienen tópicos emergentes.

El preprocesamiento del texto es una tarea básica en la que se realizan cambios al texto para que la computadora pueda procesarlos (Chowdhary, 2020). Para tal efecto se hace la traducción al inglés de los títulos y resúmenes que estuvieran en otro idioma, asimismo el texto se homologa en letras mayúsculas. En esta fase la tarea primordial consiste en la normalización de lenguaje, remover palabras ruido y ordenar el conjunto de datos para que tengan el formato dentro de un *dataframe* con el idioma y la sintaxis unificada para su posterior exportación a los *softwares* ocupados para la investigación.

Con lo que respecta al uso de las diversas paqueterías, dentro de *Zotero* se hace la compilación de los registros resultantes provenientes de *Scopus*, *Web of Science* y *Semantic Scholar* para posteriormente fusionar duplicados (en vez de excluir duplicados) y de esta manera evitar eliminar metadatos. Con la base de datos resultante (*dataframe*), esta se importa a diversas paqueterías con diferentes propósitos: dentro de *R* se usa el paquete de *bibliometrix* (Aria & Cuccurullo, 2017) y se ejecuta el análisis bibliométrico. En *VOSviewer* se crea la red temática. En *Atlas.ti* se codifican de manera cualitativa cada uno de los documentos y finalmente dentro de *Graphext* se carga dicha codificación para visualizar la red semántica que contiene los metadatos de los documentos compilados con la RSL.

VOSviewer ofrece una interfaz gráfica de usuario que brinda fácil acceso a la técnica de mapeo VOS (Visualización de Similaridades). Además, el software también admite de forma integral la visualización y el examen interactivo de mapas bibliométricos (Van Eck et al., 2010). En ese sentido, a partir de los documentos compilados para la RSL se realiza un análisis temático a través del software *VOSviewer*. Se analizan las co-ocurrencias de palabras clave (definidas como temas) y su proximidad entre términos basada en la aparición mutua en las publicaciones (Van Eck et al., 2010). Adicionalmente se construye un *thesaurus* o diccionario de palabras para eliminar “palabras ruido” (elementos que no reflejan un tópico teórico o empírico) y relacionar tópicos que pueden ser considerados como sinónimos o temáticas similares¹.

Al finalizar esta etapa se lograron detectar 5 *clusters* que están relacionados con la sustentabilidad y sus temas principales: 1) Dimensión económica, 2) Dimensión social y humana, 3) Dimensión ambiental, 4) Dimensión política y 5) Dimensión cultural.

Para el análisis semántico-cualitativo se ocupa *ATLAS.ti*, el cual es un paquete de software especializado en análisis cualitativo de datos que permite extraer, categorizar e inter-vincular segmentos de datos desde diversos documentos (Sabariego-Puig, 2014).

En este caso se realiza la codificación teórica de cada uno de los documentos compilados en la RSL, mediante la lectura del título y resumen, se otorga a cada documento una etiqueta o código relativo a los temas de las dimensiones de sustentabilidad; para con base en ello elaborar la red semántica, la cual fue cargada dentro de *Graphext* para contar con un *dashboard* que permita la interacción con los datos de la RSL y la codificación realizada.

Para Cantero (2014), el proceso de codificación teórica, aunque no es una etapa independiente de la codificación abierta y axial, sino una extensión de esta última, pero con un mayor nivel de abstracción. El propósito de esta codificación es obtener una categoría central que exprese el

¹ Por ejemplo, los temas o palabras clave denominadas: carbon dioxide, carbon emission, carbon footprint, carbon intensity, carbon neutrality target, carbon reduction se reemplazan todos ellos por “carbon emissions”. De igual forma los temas establecidos en singular y en plural se sustituyen por su denominación en plural.

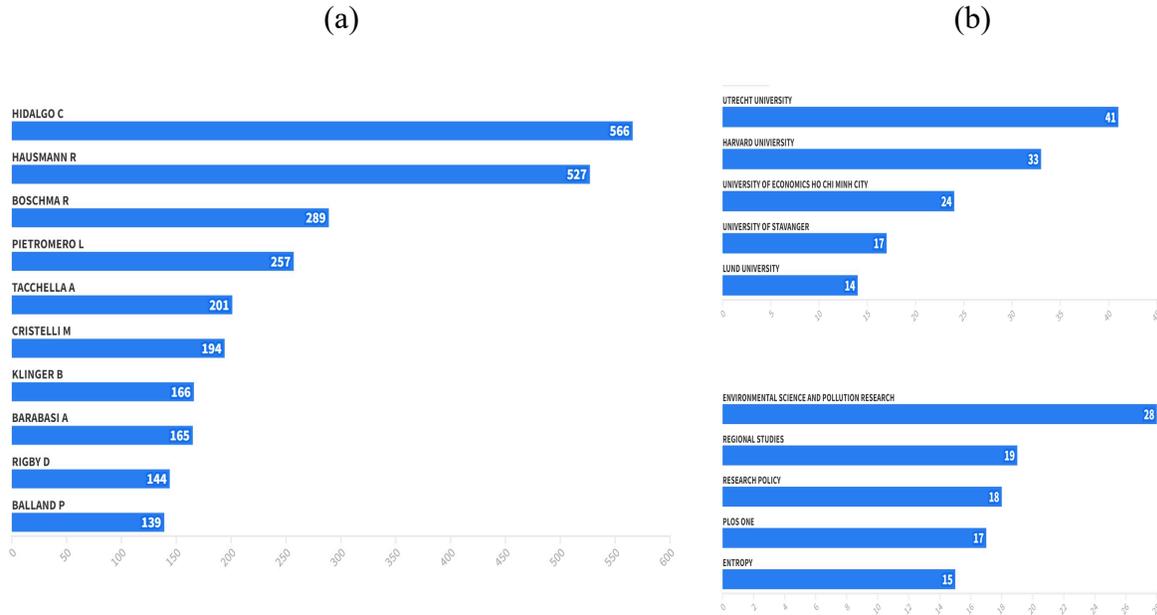
fenómeno de investigación e integre las categorías y subcategorías de la codificación abierta y axial. En este proceso, se construyó una taxonomía inicial con base en los antecedentes conceptuales revisados, para tener un conjunto de categorías y subcategorías relacionadas con las dimensiones y temas de la sustentabilidad, los cuales fueron ocupados como códigos dentro del análisis de texto realizado. De cada una de las temáticas codificadas se seleccionan tres documentos representativos, tomando en cuenta los más citados o emergentes, conformando de esa manera un compendio de 110 artículos para el análisis a profundidad.

3.4 Resultados

Como se observa en la figura 3.4.-a, dentro de la revisión realizada sobre literatura de complejidad económica; el gráfico de citación local muestra que el top 3 de autores (con mayor citación local) está dado por: César Hidalgo, Ricardo Hausmann y Ron Boschma. Revisar el *top ten* de citación local es útil para identificar al grupo de investigadores con mayor centralidad de citación dentro de la comunidad científica que investiga sobre el tema en cuestión.

Por otra parte, las universidades (afiliaciones) que se detectaron con mayor frecuencia en los documentos compilados, están representadas en la Figura 3.4-b, entre las que se encuentran la Universidad de Utrecht, en los Países Bajos, la Universidad de Harvard, en Estados Unidos de América (EE. UU.). En tercer lugar, la Universidad de Economía de la Ciudad Ho Chi Minh (UEH), la cual es considerada como, “*una de las principales instituciones de enseñanza e investigación en Vietnam en el campo de los negocios, la economía y las leyes*” (TopUniversities, 2022). Mientras que las revistas con mayor frecuencia de publicación son entre otras: *Environmental Science and Pollution Research, Regional Studies y Research Policy*.

Figura 3.4 Top de citación local, afiliaciones y revistas de publicación



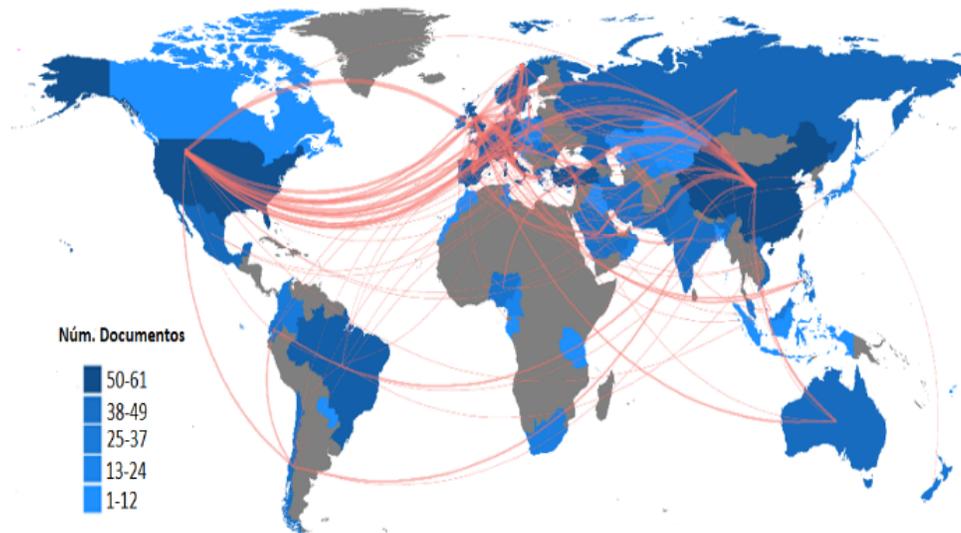
Fuente: Elaboración propia.

La producción científica relacionada con la teoría de la complejidad económica se ha visto incrementada en los últimos años. Durante el periodo 2006-2022 ha mostrado una tasa de crecimiento de publicación del 30%, asimismo se encontró que el mayor vínculo de colaboración entre países está dado por: Países Bajos y Suecia (frecuencia=13), seguido de EE. UU. y Países Bajos (frecuencia=12). No obstante, por ejemplo, en el caso de México que se encuentra dentro del quintil 4 con alta cantidad de publicaciones, tiene la debilidad de no tener un vínculo de colaboración relevante con otros países (Figura 3.5-a).

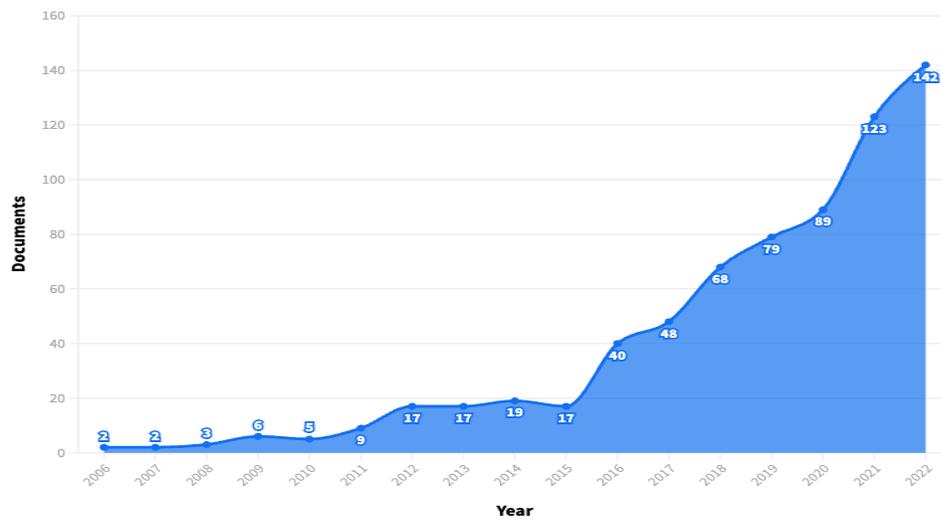
El crecimiento en el tiempo se puede observar en la figura 3.5-b, se distingue que a partir del año 2016 existe un incremento notorio de estudios de la complejidad económica (diez años después de su introducción). Dentro de la serie temporal de la pesquisa, se pasó de 2 artículos en el año 2006 hasta contar con 142 documentos en el año 2022.

Figura 3.5 Producción científica de la complejidad económica, colaboración y crecimiento en el tiempo

(a)



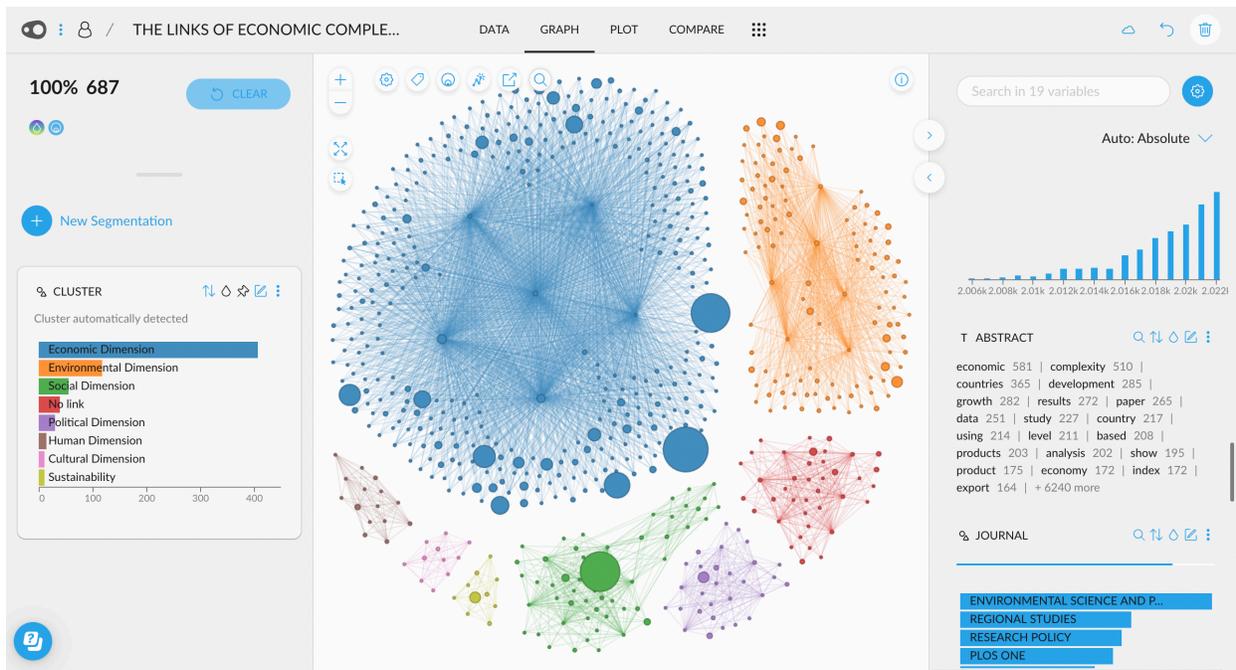
(b)



Nota. El grosor del vínculo en el mapa (4a) está dado por la frecuencia de colaboración. Fuente: Elaboración propia.

La Figura 3.6, muestra un tablero interactivo de la investigación, en el apartado de “data” es posible identificar la codificación realizada de los documentos y sus metadatos. En la visualización cada nodo representa a cada documento de la RSL. El grosor de los nodos está dado por la citación del documento, mientras que los colores de los nodos refieren a las diferentes dimensiones de sustentabilidad.

Figura 3.6 *Tablero interactivo de la RSL*



Nota. Cada nodo representa un documento de investigación, el tamaño de los nodos corresponde al número de citas de cada documento, los colores están en función de los grupos a los que pertenecen. Fuente: Elaboración propia. Consulta: <https://public.graphext.com/3af85d763da5a070/index.html>

La figura 3.7 muestra la red temática ordenada por dimensión de sustentabilidad, los nodos representan los temas con los que se conectan los estudios de complejidad económica mientras que los círculos representan *clusters* que reflejan las dimensiones de sustentabilidad, véase por ejemplo el grupo azul de la dimensión ecológica de la sustentabilidad, en el que claramente se agrupan temas tales como: Emisiones, Factores ambientales y Energía. Una característica importante de la red es que los nodos pequeños y periféricos representan temas emergentes o

multidimensionalidad de la sustentabilidad y el amplio abanico de temas que han sido estudiados en conexión con el enfoque de la complejidad económica.

En este apartado no se pretende realizar un análisis exhaustivo de todas las conexiones de la complejidad económica, sino, más bien recalcar aquellas que son relevantes como tendencias emergentes de investigación (marcada con * en la Figura); así como la identificación de *gaps* y desafíos interesantes reflejados por la literatura revisada.

Figura 3.8 Las conexiones de la complejidad económica y las dimensiones de la sustentabilidad

Complejidad económica (Hausmann et al. 2006) (Hidalgo et al. 2007) (Hidalgo & Hausmann, 2009)	Especialización (Balland et al. 2018) (Asheim, 2018) (Domini, 2022)	Educación/Investigación (Boschma et al. 2014) (Guevara et al. 2016) (Alshamsi et al. 2017)	Energía renovable (Gozgor, 2018) (Pata, 2021) (Wang et al. 2021)	Recursos Naturales (Alvarado et al. 2021) (Ma et al. 2022) (Mai et al. 2022)
Relacionamiento (Neffke et al. 2011) (Catalán et al., 2020) (Hidalgo et al. 2018)	Trabajos (Gala et al. 2018) (Farinha et al. 2019) (Adam et al. 2021)	Inclusión(*) (Hartmann et al. 2019) (Vu, 2020a) (González-Sierra et al. 2023)	Emisiones (Can & Gozgor, 2017) (Neagu, 2020) (Romero & Gramkow, 2021)	Energía (Gozgor et al. 2018) (Neagu & Teodoru, 2019) (Ahmad et al. 2021)
Economía urbana (Muneepeerakul et al. 2013) (Di Clemente et al. 2021) (Gomez & Patterson, 2021)	Patentes (Boschma et al. 2014) (Rigby, 2015) (Balland & Rigby, 2017)	Pobreza (Pugliese et al. 2017) (Felipe et al. 2010) (Gnangnon, 2021)	Huella Ecológica (Shahzad, et al 2021) (Yilanci & Pata, 2020) (Ikram et al. 2021)	Impuestos(*) (Lapatinas et al. 2019) (Doğan et al. 2022)
Economía verde (Fraccascia et al. 2018) (Montresor & Quattraro, 2019) (Mealy & Teytelboym, 2020)	Desarrollo financiero (Botta et al. 2020) (Nguyen et al. 2021) (Yu & Qayyum, 2022)	Fertilidad(*) (Innocenti & Lazzarotti, 2021) (Kazemzadeh et al. 2022)	Agricultura(*) (Idsardi et al. 2015) (Simdi & Seker, 2022)	Democracia (Yue & Zhou, 2018) (Whetsell et al. 2021) (Ahmed et al. 2022)
Economía azul(*) (Qi et al. 2021) (Qi, 2022)	Emprendimiento (Neffke et al. 2014) (Nguyen et al. 2021) (Ajide, 2022)	Migración (Valette, 2018) (Bahar et al. 2020) (Koch et al. 2022)	Música y deportes(*) (Klement & Strambach, 2019a) (Klement & Strambach, 2019b) (Knuepling & Broekel, 2020)	Políticas (Boschma, 2012) (Chen et al, 2017) (Hidalgo, 2023)
Economía naranja (*) (Lazzarotti et al. 2015) (Innocenti & Lazzarotti, 2019) (Burlina et al. 2022)	Cadena de valor(*) (Arbatli & Hong, 2016) (Donadoni et al. 2018)	Desigualdad de ingresos (Hartmann et al. 2017) (Lee & Vu, 2020) (Chu & Hoang, 2020)	Historia Social(*) (Keneck & Nvuh, 2021) (Domini, 2022) (Koch et al. 2022)	Gobernanza(*) (Albassam, 2019) (Barros et al. 2022)
Economía digital(*) (Rahmati et al. 2020) (Ha, 2022)	Factores tecnológicos(*) (Parcu et al. 2022) (Balland & Boschma, 2021) (Kazemzadeh et al. 2022)	Crimen/violencia (*) (Rios, 2016) (Madni & Khan 2019)	Cultura (*) (Kwan & Chiu, 2018) (Lapatinas et al. 2021)	Desarrollo Humano (Hartmann, 2014) (Ferraz et al. 2019) (Caous & Huarng, 2021)
Economía informal(*) (Ha et al. 2021) (Nguyen, 2022) (Laguna et al. 2023)	Economía circular (*) (Lara et al. 2018) (Fan et al. 2022) (Ha, 2023)	Equidad de género (Ben Saad et al. 2019) (Barza et al. 2020) (Nguyen, 2021)	Salud(*) (Garas et al. 2019) (Vu, 2020b)	Sustentabilidad(*) (Aerni, 2021) (Stojkoski et al. 2023) (Safi et al. 2023)

Nota. las pre-impresiones compiladas en el año 2022 son citadas bajo el año de publicación. Fuente: Elaboración propia.

Para reconocer, ¿Cuáles son las conexiones intrínsecas entre la complejidad económica y las dimensiones de sostenibilidad?, se puede observar, en la figura 3.9 que esta cuestión se ha resuelto con una inmersión profunda en la literatura de la CE. Los resultados reflejan las múltiples dimensiones de la sostenibilidad y el amplio espectro de temas que se han estudiado en relación con el enfoque de complejidad económica.

Figura 3.9 *Las conexiones intrínsecas entre la complejidad económica y las dimensiones del desarrollo sostenible*



Nota. Elaboración propia con base en el diagrama de Duxbury & Gillette (2007) “Cuatro bienestar de la sostenibilidad comunitaria”. Fuente: Elaboración propia.

Lo anterior revela que la complejidad económica resuena en varias disciplinas del conocimiento. Esto se refleja en la tendencia de los investigadores a combinar temas que normalmente se analizarían de forma aislada, abordan principalmente fenómenos que los académicos tienden a estudiar de manera combinada: desarrollo viable (aspectos económicos y ambientales), desarrollo equitativo (elementos socio económicos) y desarrollo soportable (temas sociales y ambientales), a continuación, se describe la dimensión social y humana.

3.4.1 Dimensión social y humana del desarrollo sostenible y la complejidad económica

¿Una economía compleja, es también una economía inclusiva? Esta pregunta ha sido objeto de investigación para diversos autores dentro del campo de la complejidad económica. Un trabajo seminal fue el desarrollado por Hartmann et al. (2017) en el que exploran el Product Gini Index (PGI) y descubren que la complejidad económica es un predictor negativo y significativo de la desigualdad de ingresos. Es decir, que las estructuras productivas poco complejas engendran desigualdades (hablando a nivel macro, a escala nacional). La investigación antes mencionada resultó crucial para desencadenar una ola emergente de trabajos relacionados con aspectos socio-económicos relacionados con la desigualdad de ingresos, equidad de género (Barza et al., 2020; Ben Saad & Assoumou-Ella, 2019; Chu & Hoang, 2020; Lee & Vu, 2020; Nguyen, 2021) y la inclusión social, financiera y de la comunidad LGBT (González Sierra et al., 2023; Hartmann et al., 2019; Vu, 2020a).

Inclusión: Con lo que respecta a la inclusión financiera, (González Sierra et al., 2023) realizan un estudio empírico en México y demuestran que los polos de alta complejidad económica son a su vez polos de inclusión financiera (del lado del uso, es decir, de la demanda de productos financieros) y que las zonas significativamente bajas en términos de complejidad son zonas de exclusión financiera (del lado del acceso, o lo que es lo mismo, de la oferta de productos financieros). Por otra parte, se ha estudiado también la contribución a la prosperidad económica y fortalecimiento de capacidades productivas e innovación de la inclusión de la comunidad lesbiana, gay, bisexual y transgénero (LGBT), encontrando que este tipo de inclusión reduce la discriminación e incentiva la creatividad, innovación y resiliencia. Además, se comprueba una correlación positiva entre la complejidad económica y la tolerancia a la diversidad de género.

Estudios emergentes sobre la dimensión social de la sustentabilidad, están relacionados con el factor salud y fertilidad. Ambos aspectos son de especial interés para los tomadores de decisiones y su análisis abre el debate sobre los efectos positivos y adversos relacionados con la huella ecológica y con la economía que se originan desde la perspectiva poblacional y de sanidad.

Fertilidad: Kazemzadeh et al. (2022) descubrieron que el efecto de la tasa de fecundidad sobre la huella ecológica es positivo y significativo, lo que implica que mejorar las tasas de fertilidad, aumentará la huella ecológica. Su investigación muestra que la forma más efectiva para que las economías emergentes reduzcan la degradación ambiental es reducir el consumo de energía fósil, reemplazarla con energía renovable y reducir las tasas de fertilidad. Paralelamente, se detectó que a mayor complejidad económica, mayor es la Tasa de Fertilidad Total, siendo la complejidad económica un impulsor del desarrollo de la fertilidad, menor desigualdad y altos niveles de educación (Innocenti et al., 2021). Lo anterior es relevante si se toma en cuenta el hallazgo de Alola et al. (2019), quienes descubrieron que la tasa de fertilidad afecta positivamente la huella ecológica a corto plazo. Sin embargo, a la larga, la tasa de fecundidad tiene un efecto negativo sobre la huella ecológica.

La pregunta crítica que es necesaria investigar a futuro en los diversos contextos es: si la reducción de las tasas de fertilidad debido a la reducción de las actividades humanas mejora el medio ambiente. La reducción de las tasas de fecundidad y el aumento de la población anciana plantean interrogantes desafiantes tanto para la sociedad como para los investigadores. Por ejemplo, preguntas que requieren de mayor estudio son: ¿el uso de tecnologías avanzadas para reemplazar la mano de obra joven está causando degradación ambiental debido a más desechos industriales y electrónicos? Por lo tanto, tal como indican Kazemzadeh et al. (2022) es crucial examinar las consecuencias políticas menos obvias de la tasa de fertilidad en el medio ambiente.

Salud: Adicionalmente, se observa el esfuerzo de planteamientos actuales para mapear la afinidad del espacio-enfermedades (Garas, et al. 2019, quienes analizan el efecto del desarrollo económico en los aspectos de salud en los países y demuestran que mayores ingresos per cápita más altos conllevan a enfermedades más complejas. Sin embargo, el comportamiento de la complejidad económica es diferente; ya que Vu, (2020b) muestra evidencia de que los países exportadores de productos complejos tienen mejores condiciones de salud que aquellos que su economía se basa en productos básicos, la cual puede influir para el logro de niveles más altos de complejidad económica.

La inclusión vista desde diversas perspectivas ha sido la preocupación de un grupo de investigadores que marcan pauta para profundizar en el estudio de la dimensión social de la sustentabilidad con análisis más completos, particulares o complementarios apoyados en las técnicas de complejidad.

3.4.2 Dimensión ambiental del desarrollo sostenible y la complejidad económica

De alguna manera, esta es la dimensión más controversial, puesto que hay hallazgos en apariencia opuestos o divergentes unos con otros. Aunque la mayoría de los estudios muestran que el aumento de la complejidad económica dará como resultado un aumento en la calidad ambiental. Existen estudios que matizan este efecto teniendo en consideración el nivel de ingresos o el nivel de desarrollo de los países. También existe evidencia empírica en ciertos contextos que argumentan que mayor complejidad se relaciona con efectos ambientales negativos.

Estas contradicciones o inconsistencias generan preocupaciones y revelan los desafíos que enfrentan los investigadores y los encargados de formular políticas de contar con estudios regionales más focalizados. Los estudios futuros podrían explorar el impacto de la complejidad económica tanto en otros contextos, como con el uso de otros proxys, como por ejemplo la huella hídrica. Existe un amplio abanico de estudios sobre la huella ecológica pero muy poca investigación relacionada con el agua. La complejidad económica ofrece la factibilidad de estudiar por ejemplo el flujo comercial de agua virtual, el turismo sustentable o la seguridad alimentaria, entre otras.

3.4.3 Dimensión económica del desarrollo sostenible y la complejidad económica

Una de las tendencias de la complejidad económica es el comenzar a aprovechar subconjuntos de datos con alta granularidad, con el fin de mostrar estrategias de especialización inteligente hacia una variedad de tipos de economías y ligarlas con sus implicaciones: económicas, sociales y/o ambientales. En este sentido, los hallazgos y gaps reflejados por la literatura se enlistan a continuación.

Economía verde: La economía verde es aquella que tiene bajas emisiones de carbono, utiliza los recursos de forma eficiente y es socialmente incluyente (PNUMA, 2011). Inicialmente la interconexión entre este tipo de economía y complejidad fue emprendida por Huberty & Zachmann (2011); Fraccascia et al., (2018); Dordmond et al. (2021). Recientemente, Mealy & Teytelboym (2022), con base en las nociones de complejidad económica, desarrollaron nuevas medidas relacionadas a la economía verde y sus capacidades productivas. En Latinoamérica, esta metodología ha sido aplicada a nivel subnacional en México (Pérez-Hernández et al., 2021) y en Argentina (Belmartino, 2022; Palazzo et al., 2021). Los trabajos mencionados proveen evidencia empírica para promover el potencial productivo verde de dichas regiones.

No obstante, aún hay mucho por hacer en esta materia, ya que hoy en día los debates sobre los listados de productos verdes siguen vigentes. Un grupo europeo de defensa del medio ambiente afirmó que, de una lista de 665 productos tentativamente ambientales, únicamente 140 artículos (el 20% de la lista) serían beneficiosos para el medio ambiente (World Trade, 2017). Lo anterior revela la necesidad de reflexionar sobre las taxonomías de productos verdes y reconocer que la nomenclatura del Sistema Armonizado (HS) a seis dígitos muchas veces no es capaz de capturar productos verdes como los alimentos orgánicos derivados de la agricultura o aquellos productos que están inmersos en modelos de negocio verdes o circulares.

Economía circular: El único estudio capturado por nuestra RSL que de forma directa conecta la economía circular con la complejidad económica, es el trabajo de Ha (2023), quien descubre, que la complejidad económica y la proximidad del producto tienen impactos favorables en el rendimiento de la economía circular. Sin embargo, el efecto adverso aparece después de que el rendimiento de la complejidad económica alcanza un cierto nivel. En otras palabras, la complejidad económica es un habilitador esencial de la economía circular, pero el desarrollo excesivo de la complejidad económica puede obstaculizar este proceso.

Por lo tanto, se esperaría que surgiera mayor evidencia empírica (a nivel micro, meso y macro) y que se indaguen a profundidad los efectos entre la interacción entre complejidad económica y la circularidad; lo cual sería útil para proporcionar información crítica a los tomadores de decisiones

en diferentes contextos y buscar trazar rutas para promover la complejidad económica y la economía circular y de esta forma abonar hacia el cumplimiento del ODS 12 “Producción y consumo responsable”.

Economía azul: El concepto de “Economía de los Océanos” o “Economía Azul” es reciente y tiene su origen en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible celebrada en Río de Janeiro en 2012, esta economía es entendida como “la industrialización sostenible de los océanos en beneficio de todos” (Smith-Godfrey, 2016). Bajo el enfoque de la complejidad económica, Qi et al., (2021), comenzaron a estudiar la estructura de este tipo de economía y realizaron un análisis del espacio-producto azul únicamente con un subconjunto limitado de 26 productos azules. Posteriormente, Qi (2022), detectó que aquellos países con mayor diversidad azul son también los que reportaron mayores ingresos y crecimiento económico.

A pesar de la evidencia anterior, hoy en día, no existen investigaciones a nivel sub-nacional sobre la interconexión entre complejidad económica y economía azul. Sin embargo, es innegable la necesidad de los gobiernos de atender el Objetivo de Desarrollo Sostenible 14 “Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos”. Por lo que se considera que mayor investigación regional que use esta interconexión puede servir para diseñar políticas y estrategias para mejorar la economía azul de las regiones estudiadas.

Economía naranja: Las Industrias Creativas y Culturales (CCI), lo que se conoce como Economía Naranja, es el conjunto de actividades que, de manera encadenada, permiten que las ideas se transformen en bienes y servicios, cuyo valor puede estar basado en la propiedad intelectual (BID, 2022). Es importante entonces cuestionarse ¿cómo se ha estudiado este tipo de economía desde la perspectiva de la complejidad? Inicialmente, en Italia (un país con una larga tradición histórica en cultura y creatividad) Lazzeretti et al. (2015); Innocenti & Lazzeretti, (2019) aplicaron técnicas de complejidad e identificaron la afinidad entre las industrias creativas (arquitectura, publicidad, fotografía, artes y entretenimiento, publicidad, programación informática y radiodifusión) y concluyeron que este tipo de industrias no deberían analizarse de forma aislada, ya que por sí solas no son capaces de promover el crecimiento y el desarrollo local; en otras palabras, la economía

naranja requiere la presencia de otros sectores afines que permitan la generación de sinergias y el intercambio de conocimiento e ideas. Posteriormente, Burlina et al. (2022), realizaron un estudio empírico también en el contexto italiano y se basaron en el ICE como un indicador para capturar la naturaleza interactiva social que caracteriza a la economía naranja y la forma en que esto afecta el desempeño de la empresa. Su investigación realiza el cálculo de dos ICE diferentes, uno para las industrias relacionadas con la economía naranja y otro para el resto de la economía; su hallazgo más revelador es que: la complejidad de la economía naranja, pero no la complejidad económica del resto de la economía es importante para el desempeño de las empresas de la industria creativa y cultural. Sin embargo, el efecto es relativamente débil.

Fuera del perímetro italiano, nuestra RSL no captura otros estudios que combinen los métodos de complejidad para el entendimiento de la economía naranja. ¿Cuál es el comportamiento de este tipo de economía en otros contextos? ¿Cómo se podría estudiar la industria del cine, los videojuegos, la moda, la gastronomía o las artesanías con métodos de complejidad? La respuesta aún es desconocida y la disponibilidad de datos duros y comparables puede ser el gran reto para afrontar; pero las implicaciones políticas pueden ser relevantes si se extiende el estudio de la economía naranja bajo la lupa de la complejidad.

Economía digital: Existe poca evidencia empírica sobre la asociación entre la digitalización y las “rentas de los recursos naturales”. No obstante, Mai et al. (2022) detectaron que existe una reducción en las “rentas naturales totales” para países con un alto nivel de complejidad económica. Consistentemente, Ha (2022), identificó que la digitalización influye positivamente en la complejidad económica, por lo que incrementar los negocios digitales es una manera efectiva para incrementar la complejidad económica de las regiones. Lo anterior es concordante con lo hallado por Lapatinas (2019), quien descubrió un efecto positivo del Internet sobre la sofisticación económica. Este hallazgo arroja implicaciones políticas interesantes, puesto que sugiere que la implementación de políticas que aumentan el acceso a internet acelera la capacidad productiva y el nivel de sofisticación en una economía.

No obstante, dada la carencia de datos derivados de productos y servicios digitales en los sistemas de clasificación, aún no existe un estudio que en conexión con las técnicas de complejidad logre mapear la geografía del comercio digital. Rahmati et al. (2020), hacen un trabajo plausible en el que miden la proximidad digital considerando el sector de las tecnologías de la información y detectan que las empresas que son capaces de acercarse al sector digital han incrementado su valor intangible frente a las que no lo han conseguido. Sin embargo, aún queda mucho por investigar en la conexión entre economía digital y complejidad.

Economía informal o sumergida: La complejidad económica ha sido empleada para examinar los efectos de la economía informal (o sumergida) en la que detectaron una relación no lineal entre la complejidad económica y la economía informal, asimismo, la complejidad económica puede tener un efecto positivo en el crecimiento económico y la productividad, resulta ser una herramienta efectiva para la reducción de la economía informal y con ello mejorar el crecimiento económico (Ha et al., 2021). Nguyen (2022) detectó que la complejidad económica puede tener beneficios tanto para la economía formal como para la informal, los cuales serán mayores para la primera. Laguna et al., (2023) detectaron en un estudio empírico realizado en Colombia que los sectores informales producen productos poco sofisticados y, por lo tanto, emplean mano de obra barata con bajos niveles de conocimiento productivo reflejado en un bajo índice de complejidad.

Economía urbana: Munepeerakul et al., (2013) analizan las ocupaciones y la red de especializaciones como determinantes del desempeño urbano, permiten estudiar la diversificación, especialización y crecimiento de las economías urbanas esto debido a la posibilidad de que una industria atraiga destrezas de una economía urbana y crear nuevas ocupaciones con la mezcla de habilidades. Se ha detectado que el desarrollo económico de los países está relacionado con sus procesos de urbanización en su etapa de crecimiento económico, el conocimiento y habilidades individuales y colectivos, por el contrario, cuando los países han alcanzado crecimiento económico, la importancia de la urbanización disminuye (Di Clemente et al., 2021; Gomez-Lievano & Patterson-Lomba, 2021).

El común denominador del estudio de los tipos de economías antes mencionadas es que, en todos los casos, se desprenden implicaciones relevantes en materia de política industrial/ambiental. La aplicación de los métodos de complejidad permite proveer de datos y posibles estrategias a los tomadores de decisiones. Quizá es por ello, que temáticamente, la dimensión política de sustentabilidad se encuentra implícita en la sustentabilidad económica relacionada con la RSL.

3.4.4 Dimensión política del desarrollo sostenible y la complejidad económica

Se destaca la importancia de considerar la interconexión entre la complejidad económica y los diversos tipos de economías para que de esta forma sea posible el diseño de políticas y estrategias para impulsar, por ejemplo; la industria creativa y cultural, los productos amigables con el ambiente, una economía circular, digital o un amplio etcétera. Buscando mejorar paralelamente el desarrollo sustentable de los contextos específicos analizados. Es por lo que; no basta con que exista evidencia empírica a nivel nacional, sino también para aterrizar políticas diferenciadas es necesario considerar el análisis regional más focalizado.

Es evidente que la formulación de políticas debe estar relacionada con el contexto de las regiones, las capacidades, tecnología, recursos, entre otros elementos que permiten que las políticas sean adecuadas para cada región y con ello se asegure el éxito tras su implementación. En ese sentido, Chen et al., (2017) sugiere que el conocimiento productivo, recursos y capacidades existentes en los territorios es un elemento importante en la generación de políticas industriales eficaces.

La historia industrial de las regiones debe tomarse en cuenta para la generación de políticas, pues contextualiza sobre las limitaciones y oportunidades, además, se ha distinguido que las nuevas industrias se pueden desarrollar en regiones con industrias similares con las que estén tecnológicamente relacionadas, por ello las políticas regionales deben enfocarse en el fomento de las industrias relacionadas que sean impulsoras de la ramificación industrial de las regiones y no en industrias que se encuentren en declive (Boschma, 2012).

Sin embargo, la predicción política es a veces opuesta a la predicción inercial. Por ello, Hidalgo (2023), desarrolló un marco centrado en cuatro preguntas clave denominado “el marco de las 4W”

(qué, cuándo, dónde y quién). Las 4W ayudan a proporcionar una lista de verificación más integral, matizada y completa para la estrategia de desarrollo industrial. Por lo que se considera que los métodos de complejidad económica tienen más que ver con la estrategia de desarrollo, que, con la política, o bien son propensas a destacar la importancia de centrar las políticas en el aprendizaje; ya que ayudan a pensar sobre temas como: la migración, el transporte y la promoción de exportaciones como instrumentos para la atracción, generación y difusión del conocimiento.

3.4.5 Dimensión cultural del desarrollo sostenible y la complejidad económica

La RSL muestra relativamente poca evidencia empírica que relacione la complejidad económica de forma directa con temáticas implícitas en la dimensión cultural de la sustentabilidad, no obstante, hay trabajos representativos interesantes que reflejan la posibilidad de entrelazar este tipo de tópicos y obtener hallazgos valiosos, tal como se muestra a continuación:

Cultura: Kwan & Chiu, (2018) se cuestionan si la creatividad y el desarrollo humano están impulsados por la diversidad cultural, la literatura ha resaltado que lo anterior puede ser un impedimento, pues la diversidad lingüística, por ejemplo, puede generar barreras de comunicación, se destaca la importancia de hacer una diferencia entre los tipos de diversidad, basada en creencias, valores y la diversidad etnolingüística, lo cual tiene una relación positiva con la innovación y negativa con la complejidad económica, el desarrollo humano y tecnológico de una región.

Lapatinas et al., (2021) estudian a la cultura ambiental y su relación con la complejidad económica, es decir, el impacto que puede tener el nivel de complejidad económica con las actitudes de los habitantes de una región con respecto al cuidado del medio ambiente se detectó que un incremento en la complejidad económica aumenta la probabilidad de realizar voluntariado en actividades medioambientales y de ser miembro de organizaciones ambientales.

Música: Recientemente se ha vinculado a la complejidad económica con la música, un estudio realizado por (Klement & Strambach, 2019a) en el que desarrollan el espacio-géneros musicales, han distinguido que los nuevos géneros musicales surgen de fuentes de conocimiento local, emergen de la música urbana existente, refieren que es más probable que nuevos géneros musicales

surjan con al menos 50% de sus géneros originales presentes en sus lugares de nacimiento. Asimismo, identificaron que la variedad “semi-relacionada” promueve la innovación en materia musical. No obstante, ni la especialización ni la variedad por si solas promueven la innovación en las industrias creativas y que no todas las formas de variedad relacionada son igualmente importantes para explicar el nivel de innovación en el conocimiento simbólico (sonidos o imágenes) que son construidos dentro de un contexto social. En otras palabras, la acumulación excesiva de conocimiento simbólico en un campo especializado puede limitar las oportunidades para la creación e innovación del mismo (Klement & Strambach, 2019b).

Para Duxbury & Gillette (2007), la historia social forma parte de la sustentabilidad cultural. En ese sentido, nuestra RSL ha detectado que la complejidad económica no sólo funciona para predecir el futuro de las estructuras productivas; sino que también nos ayuda a entender el pasado. Un trío de estudios se ha enfocado a emprender este entendimiento desde un contexto histórico.

Colonización: Keneck-Massil & Nvuh-Njoya (2021) evalúan el efecto de la colonización en la complejidad económica contemporánea, mediante variables tales como ICE, tasa de mortalidad de colonos, Producto Interno Bruto (PIB) per cápita en paridad del poder adquisitivo. Dentro de sus hallazgos destacan que la mortalidad de los colonos impacta el conjunto de capacidades de las antiguas colonias en la actualidad, asimismo, las colonias con una tasa alta de mortalidad de los colonos tienen un bajo nivel de complejidad económica, existiendo así una relación decreciente entre la mortalidad de colonos y la complejidad económica.

La formación histórica de las aglomeraciones de conocimiento: Koch et al. (2022), utilizaron datos sobre las biografías de más de 22000 personajes históricos famosos nacidos entre los años 1000 y 2000 para estimar la contribución de inmigrantes, emigrantes y lugareños famosos a las especializaciones de conocimiento de las regiones europeas. Encontraron que la probabilidad de que una región desarrolle una especialización en una nueva actividad crece con la presencia de inmigrantes con conocimientos sobre esa actividad y de inmigrantes especializados. En actividades relacionadas. También encontraron que la probabilidad de que una región pierda una de sus áreas

de especialización existentes disminuye con la presencia de inmigrantes especializados en esa actividad y en actividades relacionadas.

Exposiciones universales, 1855-1900: usando información de los catálogos de cinco exposiciones universales, celebradas en París en la segunda mitad del siglo XIX (1855, 1867, 1878, 1889, 1900), Domini (2022) relaciona la especialización inteligente desde la perspectiva histórica con datos de la segunda mitad del siglo XIX, confirma la estrecha conexión entre las estructuras de producción y exportación, las capacidades tecnológicas y el crecimiento económico, demuestra que los datos de las exposiciones universales pueden revelar las producciones de algunas entidades políticas (países), incluso antes de que fueran lo suficientemente maduras para competir en los mercados internacionales y, por lo tanto, ser exportadas. Esta es la primera aplicación de ICE a la era anterior a la Segunda Guerra Mundial. Se observa una relación significativa entre el ICE, el nivel del PIB per cápita y el crecimiento de largo plazo de este último.

De acuerdo con los hallazgos de nuestra revisión de la literatura, la dimensión cultural de la sustentabilidad no se ha explorado de manera integral. Pocos estudios previamente habían enlazado la complejidad económica desde una perspectiva histórica y cultural. Por lo que estas investigaciones podrían ser un punto de partida para dar una idea de cómo analizar estas temáticas, ya sea bajo estudios de afinidad o complejidad.

3.4.6 Vínculos entre complejidad económica y sostenibilidad

Las conexiones de la complejidad económica están relacionadas principalmente con las dimensiones del desarrollo sostenible, lo anterior es evidencia semántica valiosa para afirmar que los estudios sobre complejidad velan por desarrollar investigación dentro de tópicos relevantes para la agenda 2030 (sostenibilidad), brindando lecciones que conectan el estudio de las estructuras productivas, tecnológicas y científicas con el desarrollo socioeconómico y ambiental.

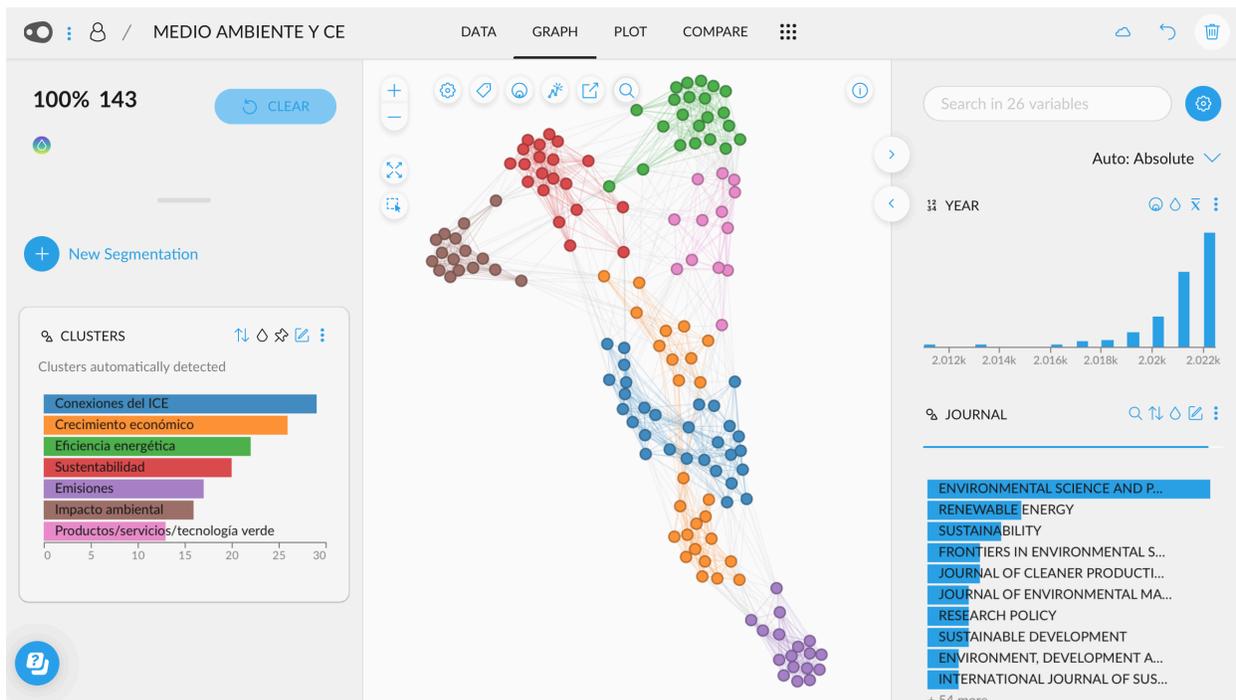
Se destaca que los usos o aplicaciones de la complejidad económica parecen infinitos dado las múltiples conexiones e interconexiones con la gran variedad de temas vinculados al desarrollo sostenible. Es por ello, que contar con una agenda de investigación puede servir como ruta para hacer florecer los estudios que recientemente emergen en este campo de investigación.

Bajo un análisis manual sobre los 687 documentos de investigación mencionados con anterioridad, se buscó reconocer los estudios de complejidad económica vinculada con elementos del medio ambiente, se reconocieron 143 documentos que relacionan los tópicos, estos se han visto desarrollados a partir del 2011 y hasta la actualidad, abordando temas de suma importancia para el cuidado del medio ambiente, gracias al desarrollo de estrategias inteligentes. Para detectar los diversos grupos (análisis semántico) de la complejidad económica y el medio ambiente, se emplea *Graphext*. En la figura 3.10 se muestra el tablero de visualización.

Se detectaron 7 grupos predominantes relacionados con el medio ambiente y la complejidad económica, dentro de los que se encuentran:

1. Conexiones del ICE
2. Crecimiento económico
3. Eficiencia energética
4. Sustentabilidad
5. Emisiones
6. Impacto ambiental
7. Productos/servicios/tecnologías verdes

Figura 3.10 *El medio ambiente y la complejidad económica (red semántica)*



Nota. Cada nodo representa un documento de investigación, los colores están en función de los grupos a los que pertenecen. Fuente: Elaboración propia. Consulta: <https://public.graphext.com/aa272a9a3b86665a/index.html>

La visualización anterior permite esclarecer los grandes grupos semánticos en los que se dividen los estudios de complejidad económica y medio ambiente, es decir, de un total de 143 documentos de investigación se generan 7 conglomerados, en el *cluster* relacionado con las conexiones del ICE se distinguen 26 investigaciones que, entre otras, empleando a la huella ecológica como indicador, evidencian a la complejidad económica como factor importante para la sostenibilidad ambiental (Rafique et al., 2022), el efecto de la complejidad económica en la contaminación del aire (Ben Saad, 2017), así como su vínculo con las emisiones de carbono (Neagu, 2019).

En cuanto al grupo relacionado con el crecimiento económico, se distinguen estudios que analizan el nexo entre la complejidad económica, la huella ecológica y el consumo de energía (Shahzad et al., 2021), así como el vínculo entre la calidad ambiental relacionada con la igualdad de ingresos (Marco et al., 2022). Documentos que vinculan a la complejidad económica con la economía verde (Mealy & Teytelboym, 2022) con las emisiones de gases de efecto invernadero (Romero &

Gramkow, 2021) y el impacto de las exportaciones en el medio ambiente y la demanda de energía (Can et al., 2021) se encuentran en el grupo de eficiencia energética.

En cuanto a la sustentabilidad, se encuentran estudios que investigan el nexo entre la complejidad económica y el consumo de energía para la generación de un ambiente sostenible (Liu et al., 2020). Rafique et al. (2021) estudian el papel de la complejidad económica para inducir la energía renovable. En el grupo de emisiones se enlistan 16 documentos de trabajo que estudian, entre otros, el crecimiento, complejidad económica, el impacto de las emisiones de CO₂ en el crecimiento económico (Can & Gozgor, 2016, 2017; You et al., 2022).

Con relación al impacto ambiental, se enlistan investigaciones sobre consumo energético, degradación ambiental, crecimiento económico, desarrollo financiero, urbanización e innovación (Bashir et al., 2022; Gozgor et al., 2018; Majeed et al., 2022). En el conglomerado de productos, servicios y tecnología verde se distinguen estudios sobre complejidad verde y emisiones, desarrollo de productos y tecnologías verdes para la especialización inteligente (Cinar et al., 2022; Fraccascia et al., 2018; Montresor & Quatraro, 2019; Santoalha & Boschma, 2020).

La degradación ambiental es uno de los tópicos más destacado de los últimos años, los sectores público y privado ha dedicado esfuerzos para la formulación de políticas públicas, para ello es importante investigar el nexo entre las variables de ingreso de carbono, las implicaciones de los recursos naturales, emisiones de CO₂ y el impacto del ICE. En un estudio empírico, se detectaron cambios positivos entre la apertura comercial y la complejidad económica y su estímulo en la calidad ambiental. Asimismo, el crecimiento económico, los recursos naturales y la asociación público-privada contribuyen a la degradación ambiental, existiendo un vínculo negativo y significativo entre la apertura comercial y las emisiones de CO₂, es decir, los recursos naturales y el crecimiento económico aumentan la contaminación ambiental y la apertura comercial incrementa la calidad ambiental (Caglar et al., 2022).

3.5 Conclusiones

La presente investigación muestra el primer mapeo científico sistemático de la literatura realizado sobre la teoría de la complejidad económica, que usa como bases de datos: *Scopus*, *Web of Science* & *Semantic Scholar* y que logra compilar una colección de 687 documentos, con lo cual fue posible descubrir las conexiones temáticas emergentes de la complejidad económica.

Los resultados revelan que las conexiones de la complejidad económica están relacionadas principalmente con las dimensiones del desarrollo sostenible, lo anterior es evidencia semántica valiosa para afirmar que los estudios sobre complejidad velan por desenvolver investigación dentro de tópicos relevantes para la agenda 2030 (sostenibilidad), brindando lecciones que conectan el estudio de las estructuras productivas, tecnológicas y científicas con el desarrollo socio-económico y ambiental. Se destaca que los usos o aplicaciones de la complejidad económica parecen infinitos dado las múltiples conexiones e interconexiones con la gran variedad de temas vinculados al desarrollo sostenible. Es por ello, que contar con una agenda de investigación puede servir como ruta para hacer florecer los estudios que recientemente emergen en este campo de investigación.

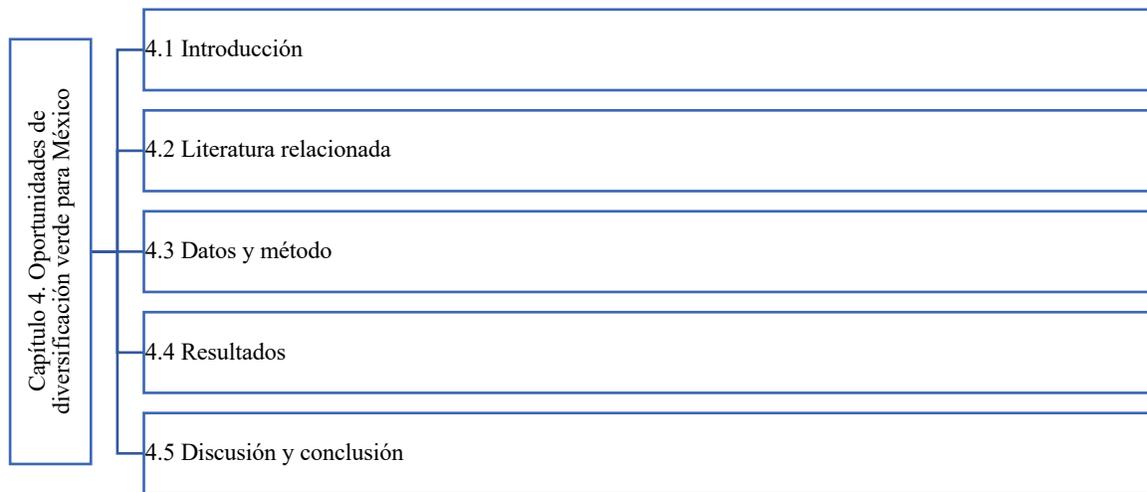
El presente capítulo supera algunas de las limitaciones de otras revisiones realizadas y aporta una visión integral de las conexiones de la complejidad económica. No obstante, presenta ciertas limitaciones, primero, de todas las bases de datos existentes únicamente se emplearon tres (*Scopus*, *Web of Science* & *Semantic Scholar*), que, a pesar de ser robustas, excluyen documentos no indexados o incrustados en dichas bases. Segundo, las búsquedas en *Semantic Scholar* fueron iterativas y no ocuparon la cadena de consulta. Tercero, las consultas redactadas en idioma inglés sesgan los resultados hacia documentos en ese idioma. Cuarto, las palabras clave pueden excluir documentos que, a pesar de aplicar complejidad, no estén etiquetados con la cadena de búsqueda. Pese a dichas limitaciones, el estudio enmarca los principales indicadores bibliométricos sobre la literatura de complejidad económica, las conexiones entre las dimensiones de la sustentabilidad y la complejidad económica y las brechas de investigación relacionadas con las temáticas más emergentes sobre esta interconexión.

CAPÍTULO 4
OPORTUNIDADES DE DIVERSIFICACIÓN INTELIGENTE PARA MÉXICO

Capítulo 4. Oportunidades de diversificación inteligente para México

En el presente capítulo se identifican las oportunidades de diversificación en México con productos con beneficios ambientales, está compuesto por introducción, literatura relacionada con complejidad económica, afinidad, enfoque afinidad-complejidad, productos con beneficios ambientales, datos y metodología, resultados y conclusiones. En la figura 4.1 se detalla la estructura antes mencionada.

Figura 4.1 Estructura del capítulo 4



Nota. Esquema de los subtemas que componen el capítulo 4. Fuente: Elaboración propia.

El capítulo está orientado con el objetivo específico 2, aplicar métricas de complejidad económica para identificar oportunidades de diversificación exportadora verde en México.

4.1 Introducción

Actualmente, México y el mundo sufren una crisis ambiental, las regiones, han dedicado esfuerzos para frenar el cambio climático y mitigar los daños al medioambiente, han sido gestadas gran cantidad de políticas públicas en pro del ambiente, a pesar de los esfuerzos, no se ha logrado una transición a una economía que cuide completamente al medioambiente, de ahí la necesidad de avanzar hacia una economía verde.

Esa transición resulta esencial para mitigar los impactos al ambiente, detener el cambio climático y con ello generar un crecimiento económico sostenible. Reconocer productos con beneficios ambientales, es una alternativa útil, pues con ello, las regiones pueden establecer políticas que fomenten la producción, especialización y exportación de productos amigables con el medioambiente y así, posicionarse en mercados globales que valoran la sostenibilidad, además, dichos productos pueden tener una reducción arancelaria y un impacto positivo en las economías.

Para lograr la transición a una economía verde y el camino a la sostenibilidad, es necesario el desarrollo de productos con beneficios ambientales que puedan mejorar la competitividad internacional y detener el daño ambiental (Mealy & Teytelboym, 2022).

Se ha detectado que el potencial de cada región, está relacionado con su estructura productiva (Alshamsi et al., 2017; Balland et al., 2019; Boschma et al., 2012; Rigby, 2012). A partir de metodologías y herramientas de análisis recientes se ha analizado complejidad económica de una economía a través de datos sobre la distribución geográfica de las actividades económicas. La aplicación de los indicadores de complejidad económica ha aumentado notablemente (Hidalgo, 2023), en el contexto de la transición verde (Pérez-Hernández, 2022) y el empleo de productos no verdes para una transición verde (Belmartino, 2022).

Específicamente, en el caso de México, la metodología de complejidad económica ha sido empleada para analizar la economía verde a nivel sub-nacional, detectando nuevas oportunidades de diversificación y sofisticación productiva verde, para lograr una transición a una economía amigable con el medioambiente, para las 32 entidades federativas, se estimó el Índice de

Complejidad Verde a nivel subnacional con el objetivo de medir las capacidades de producción verde, obteniendo como resultado productos con beneficios ambientales posibles adyacentes por estado, métrica que predice el crecimiento futuro de las exportaciones verdes por entidades, además del potencial de complejidad verde, que revela capacidades potenciales de los estados (y el país) para transitar a una economía verde (Pérez-Hernández et al., 2021).

Sin embargo, no se han identificado estrategias factibles ni deseables para México, empleando métricas adicionales como las exportaciones promedio, la Ventaja Comparativa Revelada (VCR), Afinidad Total, el nivel de ingresos asociado a los productos (PRODY), la intensidad de emisiones de los productos (PEII) y la desigualdad de ingresos de los países exportadores de determinado producto (PGI), lo anterior enfocado en productos con beneficios ambientales. Por ello, el objetivo de la presente investigación es detectar oportunidades de diversificación exportadora factibles y deseables hacia productos con beneficios ambientales en México, a través de técnicas de complejidad económica y métricas adicionales.

Lo anterior con la finalidad de ser un diagnóstico empírico como fundamento para la formulación de políticas públicas para lograr una transición verde, basadas en datos y capacidades actuales para aprovechar las alternativas disponibles en la región. Se busca identificar los productos con beneficios ambientales con mayor factibilidad para el país, teniendo en cuenta la afinidad de las capacidades y la inercia comercial, así como aquellos bienes con mayor deseabilidad, considerando el beneficio potencial asociado a productos más rentables y preferibles en términos ambientales y sociales. Y con lo anterior responder a la pregunta; ¿cuáles son las oportunidades de diversificación exportadora factibles y deseables en México para lograr una transición verde?.

Los principales resultados de la investigación muestran oportunidades de diversificación exportadora hacia productos con beneficios ambientales para México, hace evidente la posibilidad de apalancarse en las capacidades actuales verdes para aprovechar inicialmente las alternativas factibles disponibles y posteriormente acceder a aquellas con mayor riesgo, pero también más retorno (alternativas deseables).

Asimismo, los resultados presentan un diagnóstico empírico que puede ser utilizado como fundamento para el diseño de políticas públicas que promuevan la transición hacia una economía verde.

4.2 Literatura relacionada

4.2.1 Complejidad económica

La complejidad económica es un paradigma reciente, nace a partir del estudio de la transformación estructural y patrones de la ventaja comparativa, argumenta que los activos y capacidades para producir un bien pueden intervenir en la producción de un bien similar, por ello, en las regiones se plantea la pregunta: ¿qué tan difícil es hacer lo que haces? (Hidalgo, 2022).

Su idea es que los bienes presentes, producidos o exportados desde una ubicación, contienen información sobre la sofisticación o complejidad de ese lugar, así también, las ubicaciones donde está presente el producto, poseen información sobre la complejidad para elaborarlo (OEC, 2024). Hace uso de métricas de la geografía de actividades para estimar el Índice de Complejidad Económica, comprendida por el número de productos que un país puede producir y exportar, así como la ubicuidad, que refiere al número de países que exportan cierto producto (Hausmann & Klinger, 2006; Hidalgo, 2018; Hidalgo, et al. 2007; Hidalgo & Hausmann, 2009).

A partir de los datos de la geografía de las actividades económicas, infiere la presencia de los conjuntos de capacidades existentes en una región, que la vuelven propensa a producir un bien “similar” (OEC, 2022). Hidalgo (2022) la define como una ciencia de redes y técnicas de aprendizaje automático que ayudan a predecir y explicar cambios en las estructuras económicas.

Mealy & Teytelboym (2020) vinculan la complejidad económica con la economía verde y evalúan a los países por la cantidad de productos verdes que exportan; identificaron que los países con mayor número de dichas exportaciones son más propensos a tener menores emisiones de CO₂ y cuentan con más patentes amigables con el medio ambiente. Asimismo, crean dos métricas: i) el Índice de Complejidad Verde, que expresa la capacidad de los países para exportar productos verdes, tecnológicos y sofisticados; ii) el Potencial de Complejidad Verde, que contiene

información de productos verdes adyacentes y permite medir la afinidad de los productos en los que el país no es competitivo aún.

Las métricas de complejidad económica han sido aplicadas en el contexto mexicano, por ejemplo; en el estado de Chiapas, se realizó un diagnóstico de complejidad (Hausmann et al., 2015). En el caso del estado de Baja California, se ha elaborado un diseño de estrategias de diversificación productiva a partir del análisis de sus exportaciones, sugiriendo artículos propensos a producir por la entidad dados sus conocimientos productivos (Barrios et al., 2018).

A nivel subnacional se ha analizado la conexión entre el crecimiento regional y la complejidad (Chávez et al., 2017). Asimismo, ha sido útil para estudiar su relación con la inclusión financiera (González-Sierra et al., 2023). Igualmente, existen estudios que analizan las capacidades productivas existentes para identificar el potencial de diversificación y sofisticación productiva para zonas económicas especiales en México, siendo un parteaguas para los hacedores de políticas públicas y empresarios, poniendo especial atención en que cada región debe tener políticas públicas especiales relacionadas con el desarrollo de sus capacidades productivas (Gómez-Zaldívar et al., 2019).

4.2.2 Proximidad

Hausmann & Klinger (2007) establecen que a medida que los países cambian sus exportaciones, hay una mayor tendencia a transitar hacia bienes relacionados con los ya existentes. Desarrollaron una medida, basada en la relación entre pares de productos empleando datos de exportaciones entre países y construyeron el espacio producto (proximidad), el cual representa una herramienta de visualización útil para la complejidad económica y el reconocimiento de la relación entre productos, muestra la proximidad entre bienes, es decir, que tan “ceranos” o similares son los conocimientos o capacidades en las regiones. La estructura de los productos exportados por un país puede influir en su capacidad para diversificar su economía y desarrollar nuevas capacidades productivas, bajo la estructura de redes, el espacio producto distingue productos de exportación y sectores, captura la dificultad de las economías simples, como las que se basan en la agricultura

para transitar hacia una economía más compleja (Barrios, et al., 2018; Hartmann et al., 2019; Hidalgo et al. 2007).

Hidalgo et al. (2007) establecen que el crecimiento de las economías de las regiones está en función del perfeccionamiento de su producción y exportaciones, detectaron que los países tienden a transitar a productos cercanos a aquellos en los que están especializados actualmente, es decir, si se tiene una gran variedad de productos “cercanos” y una variedad de conexiones primarias, podrán mejorar rápidamente su canasta de exportaciones.

4.2.3 Enfoque afinidad – complejidad

La afinidad, a partir de las capacidades actuales de una región, mide que tan sencillo o afín será la introducción de un nuevo producto. Se sustenta bajo la premisa de que una región podrá transitar fácilmente a una actividad si para el desarrollo de ésta se requieren capacidades similares a las ya presentes, identifica que el aprendizaje requiere interacción entre actividades similares, por ello, las economías con mayor concentración de productos estrechamente relacionados, tendrán mayores probabilidades de introducir nuevos bienes (Balland et al., 2019; Boschma, 2017; Boschma & Frenken, 2011; Hidalgo, 2018; Hidalgo et al., 2007; Neffke et al., 2011; Teece et al., 1997).

La complejidad económica y la afinidad indican si una economía tiene posibilidades de transitar a la producción de nuevos productos que serán similares a los que ya produce, revelan si las economías tienen posibilidades de obtener beneficios rápidos, permiten identificar qué cambios pueden considerarse para tener una mejor economía (Hidalgo, 2022). Dicho enfoque resulta útil para analizar las opciones de diversificación potenciales en los países, comparando el valor estratégico y riesgo de su desarrollo (Balland et al., 2019; Hidalgo et al., 2007).

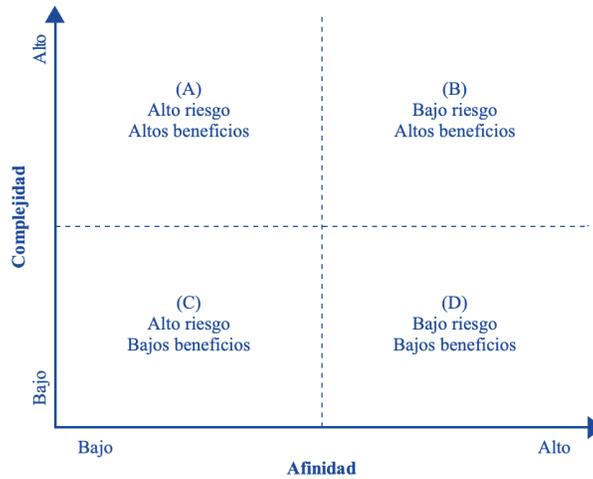
Balland et al. (2019) presentan una estructura para identificar sistemáticamente oportunidades tecnológicas para las regiones, basadas en la afinidad y las capacidades, resaltan la diversidad de capacidades en las regiones, por lo que los territorios tendrán diferentes oportunidades, su modelo permite identificar oportunidades tecnológicas ocultas, su operacionalización requiere la

identificación del conocimiento de las regiones y brindar con ello posibilidades “a la medida”, emplea la métrica de afinidad para mapear las oportunidades en las que los países no cuentan con una ventaja comparativa revelada pero son propensos a existir debido a sus capacidades.

En la figura 4.2 se puede observar que cada cuadrante representa la relación entre la base de conocimientos de cada región y cada producto o tecnología que no cuenta con VCR en la región, a medida que se logre la especialización será posible incrementar la complejidad del conocimiento en el lugar. Por lo anterior, es posible identificar los productos que aún no están presentes en una zona y evaluar sus estrategias de diversificación. Es importante mencionar que un alto Índice de Complejidad de Producto (PCI), está relacionado con aquellos productos con un alto nivel de sofisticación (Hidalgo, 2021). En el eje de las abscisas se muestra la afinidad, de un nivel bajo a un nivel alto y en el eje de las ordenadas se muestra el nivel de complejidad del producto, que también va de bajo a alto. A continuación, se describe cada uno de los cuadrantes:

- A. *Alto riesgo, altos beneficios*: productos con alto PCI y baja afinidad, es decir son bienes con altos niveles de sofisticación, pero con baja similitud con las capacidades productivas actuales.
- B. *Bajo riesgo, altos beneficios*: bienes con altos niveles de sofisticación, alto PCI y una alta afinidad, es decir son productos con altos niveles de sofisticación y con alta similitud con las capacidades productivas actuales.
- C. *Alto riesgo, bajos beneficios*: productos con un PCI y baja afinidad, bienes con baja similitud con las capacidades productivas actuales y poco sofisticados.
- D. *Bajo riesgo, bajos beneficios*: Bienes con alta similitud con las capacidades productivas actuales, pero un bajo índice de complejidad de producto.

Figura 4.2 Modelo para especialización inteligente



Fuente: elaboración propia con base en Balland et al., (2019, 2022); Hidalgo, (2023); Rigby et al., (2022).

4.2.4 Productos con beneficios ambientales

La transición a una economía verde e inclusiva está relacionada con la producción de bienes con beneficios ambientales (productos verdes), de hecho, definir una industria amigable con el medioambiente ha sido una tarea difícil, más aún los “bienes con beneficios ambientales”, así como sus exportaciones e importaciones, en la actualidad no existe una definición estándar o universalmente aceptada sobre el concepto de bienes ambientales. Se ha puesto especial atención a la promoción de bienes con un impacto positivo al medioambiente y la adopción de tecnologías de bajas emisiones de carbono para lograr una transición sostenible (ECLAC, 2019; OECD, 1999; UNEP, 2023).

Recientemente, Mealy & Teytelboym (2022) crearon una lista de 295 productos verdes, algunos de los productos que contiene, son considerados verdes porque su uso o consumo final tienen efectos beneficiosos para el ambiente, o porque contribuyen a la limpieza o reducción de los daños ambientales.

Estos bienes, han experimentado un incremento en la demanda, lo que podría representar una oportunidad de mercado, así también las regulaciones y políticas, incentivos para la producción,

buscan reducir las emisiones de gases y promover la seguridad energética, para ello es indispensable la mejora de los procesos productivos, se debe adecuar y aprovechar la infraestructura existente (Cooke, 2010; Kautish & Sharma, 2019).

4.3 Datos y método

4.3.1 Datos

La principal fuente de información se basa en las exportaciones en dólares estadounidenses (USD) de productos clasificados a 6 dígitos del Sistema Armonizado HS-1992 durante 2018-2022, es decir, fueron promediadas las exportaciones de todos los países en dicho periodo. Se selecciona este lapso a fin de presentar el diagnóstico con la mayor actualidad posible y se busca evitar que el análisis se vea sesgado por fluctuaciones a corto plazo en el comercio (Andres & Mealy, 2023). Los datos de exportaciones provienen de la base BACI publicada por el Centro de Estudios y Prospectivas de Información Internacional (CEPII), que reúne y depura los datos de comercio internacional de la División Estadística de las Naciones Unidas (COMTRADE) (Gaulier & Zignago, 2010). El análisis emplea los datos de toda la canasta exportadora en los años mencionados para el cálculo de los diversos indicadores (productos verdes y no verdes), para luego hacer un filtro sobre los 295 productos con beneficios ambientales de México.

Luego, se emplean los datos de Producto Interno Bruto per cápita y el índice de Gini por país (World Bank, 2024) para calcular el PRODY y el PGI, respectivamente. Finalmente, se compila y homologa el PEII (disponible en Romero & Gramkow, 2021), publicado con la clasificación SICT a 4 dígitos. Los datos se homologaron a partir de las tablas de correspondencia publicadas por las Naciones Unidas (UNSD, 2024).

En la tabla 4.1 se sintetizan las variables compiladas y calculadas, indicando su definición, periodo y fuente de información.

Tabla 4.1 Datos

Variable	Definición	Periodo	Fuente de datos
Exportaciones promedio	Exportaciones promedio de productos (clasificados a 6 dígitos del Sistema Armonizado HS-1992). Valores expresados en USD.	2018 – 2022	Elaboración propia con base en BACI-versión 2024-01b (Gaulier & Zignago, 2010)
Ventaja comparativa revelada (VCR)	VCR ≥ 1 indica que el país exporta competitivamente el producto (Balassa, 1965).	2018 – 2022	
Afinidad total	Mide la similitud del producto con las capacidades productivas del país y se correlaciona con la probabilidad de desarrollar competitividad futura en un producto (Hidalgo et al., 2007).	2018 – 2022	
Afinidad relativa	Es una estandarización de la métrica de afinidad en relación con las opciones disponibles para la diversificación que tiene un determinado país. Esta medida permite la comparabilidad entre diferentes economías (Pinheiro et al., 2021).	2018 – 2022	
Índice de Complejidad del Producto (PCI)	Cuantifica el grado de sofisticación de los productos (Hidalgo, 2021).	2018 – 2022	Compilado de: Green Transition Navigator (Andres & Mealy, 2023)
PRODY	Indica el nivel de ingresos asociado con un determinado producto o set de productos (Hausmann et al., 2007).	2019	Elaboración propia con base en datos de BACI y Banco Mundial
Índice de Gini de Productos (PGI)	Vincula los productos exportados al nivel promedio de desigualdad de ingresos de los países exportadores (Hartmann et al., 2017).	2019	
Índice de Intensidad de Emisiones (PEII)	Proporciona una medida ponderada de emisiones a nivel de producto (Romero & Gramkow, 2021).	2003 – 2012	Compilado de Romero & Gramkow (2021)

Fuente: Elaboración propia.

En síntesis, la metodología empleada para identificar y priorizar los productos verdes potenciales para México se sustenta principalmente en la teoría de complejidad económica (Hidalgo & Hausmann, 2009). Sin embargo, se consideran también otros factores relevantes que tienen impacto en la factibilidad y deseabilidad de las distintas opciones (Hartmann et al., 2019) y se

añade el criterio de emisiones asociadas a los productos (Romero & Gramkow, 2021), para afinar la estrategia de deseabilidad.

El proceso de identificación de oportunidades de diversificación verde consta de 3 etapas principales. La primera etapa incluye el cálculo de las exportaciones promedio (2018-2022), la VCR, la afinidad total y relativa, el PRODY y el PGI (de toda la canasta de exportaciones), mientras que se compilan los indicadores del PEII y PCI. Posteriormente, en la etapa 2, se filtran los 295 productos verdes foco de este estudio y se les aplican los Filtros de Condiciones Mínimas (FCM) correspondientes a las estrategias factibles y deseables propuestas por Hartmann et al. (2019), más los criterios de deseabilidad social y ambiental definidos en el presente trabajo. Finalmente, la fase 3 presenta los resultados en dos versiones complementarias: a) gráfico de afinidad-complejidad, con el fin de representar visualmente las oportunidades de diversificación de los productos verdes y sectores en cada uno de los cuadrantes. b) listados de oportunidades de diversificación verde por cuadrante.

4.3.2 Métricas aplicadas para la detección de estrategias de diversificación verde

Las oportunidades de diversificación verde se basan principalmente en las métricas y umbrales propuestos por Hartmann et al. (2019) en su estudio para una economía latinoamericana y basados en el enfoque de complejidad económica (Hidalgo & Hausmann, 2009). Su estrategia metodológica considera variables de deseabilidad y factibilidad a fin de identificar diferentes rutas de diversificación (Tabla 4.2). El presente estudio se focaliza en las oportunidades de diversificación de productos con beneficios ambientales, adicionalmente, se incorporan características de deseabilidad en términos sociales y ambientales.

Tabla 4.2 Métricas aplicadas para la detección de oportunidades de diversificación verdes

Variable	Fórmula	Fuente
Ventaja comparativa revelada (VCR)	$VCR_{cp} = \frac{x_{cp} / \sum_p x_{cp}}{\sum_r x_{cp} / \sum_c \sum_p x_{cp}}$ <p>Donde x_{cp} es la exportación del producto p del país c</p>	(Balassa, 1965)
Se requiere una matriz binaria de exportaciones ($M_{c,p}$) basada en los valores de la VCR	$M_{c,p} = 1 \text{ si } VCR_{c,p} \geq 1$	(Hidalgo & Hausmann, 2009)
Diversidad	$k_{c,0} = \sum_{p=1}^n m_{c,p}$	(Hidalgo & Hausmann, 2009)
Ubicuidad	$k_{p,0} = \sum_{c=1}^n m_{c,p}$	
Índice de Complejidad Económica (ICE)	$S_{cci} = \sum_p \frac{M_{rp} M_{r'p}}{u_p}$	
Índice de Complejidad del Producto (PCI)	$PCI = \frac{\vec{Q} - \langle \vec{Q} \rangle}{stdev(\vec{Q})}$	
Proximidad (espacio – producto)	$\varphi_{ij} = \min(P(VCR_i > 1 VCR_j > 1), P(VCR_j > 1 VCR_i > 1))$	(Hidalgo, 2007)
Afinidad	$\omega_j^r = \frac{\sum_i \rho_i^r \varphi_{ij}}{\sum_i \varphi_{ij}}$	
Afinidad relativa	$\tilde{w}_{cp} = \frac{w_{cp} - \sum_p' w_{cp'} / N_{oc}}{\sigma(w_{cp'})}$	(Pinheiro, 2021)
PRODY	$PRODY_p = \sum_c \frac{(x_{cp}/X_c)}{\sum_c (x_{cp}/X_c)} PIB_{pc}$	(Hausmann et al., 2007)
Índice de Gini de Productos (PGI)	$PGI_p = \frac{1}{N_p} \sum_c M_{cp} S_{cp} Gini_p$	(Hartmann et al., 2017)
Índice de Intensidad de Emisiones (PEII)	$PEII_p = \frac{1}{N_p} \sum_c M_{cp} S_{cp} E_c$	(Romero & Gramkow, 2021)

Fuente: Elaboración propia.

4.3.3 Definición de estrategias inteligentes de diversificación verde

Estrategia factible

Se consideran las capacidades disponibles, usando como proxy la afinidad. Se define como umbral, aquellos productos verdes cuyo coeficiente de afinidad sea superior a 0.10, ya que, de acuerdo con Hartmann et al. (2019), este filtro de condiciones mínimas (FCM) es un punto de partida que refleja una probabilidad incipiente para desarrollar dicha exportación en el futuro (FCM-1).

La probabilidad de que un país desarrolle una ventaja comparativa en un producto en el futuro se asocia a la afinidad de productos relacionados (fracción de productos relacionados ya exportados por ese país). Por ejemplo, una afinidad de 0.10 está relacionada con aproximadamente el 5% de probabilidad de desarrollar dicha exportación con VCR en el futuro (después de 4 años), mientras que un 0.70 de afinidad se relaciona con una probabilidad de aproximadamente 33% (Hidalgo, 2018, 2021). En este caso, entre más alto sea el coeficiente de afinidad señala mayor similitud entre el producto verde y la canasta exportadora del país, lo que implica una mayor disponibilidad de conocimientos relacionados con su potencial productivo y de exportación.

En segundo lugar, se analizan las condiciones de comercio (inercia comercial), seleccionando los productos verdes en los que México aún no está especializado, es decir, que tienen una VCR inferior a 1 ($VCR < 1$), pero cuentan con un grado intermedio de exportación de dichos productos ($VCR > 0.50$). Es decir, se seleccionan aquellos productos verdes con un índice de VCR que oscile entre 0.50 y 0.99 (FCM-2).

Estrategia deseable

En el caso del PCI, se toma como umbral la frontera de diversificación de México para el año 2022, la cual fue de 1.08. Siguiendo a Hartmann et al. (2019) se adopta también un nivel de afinidad > 0.05 . Adicionalmente, los FCM priorizan aquellos productos en los que México está exportando más de 1,000,000 USD; por lo que existe cierto grado de especialización incipiente ($0.05 < VCR < 1$) y se trata de productos que superan la frontera de diversificación del país ($PCI > ECI$). Ya que, de acuerdo con Castañeda (2018) el desarrollo de países rezagados está

asociado en mayor medida con su potencial para moverse al interior de la frontera de diversificación que con la generación de innovaciones que contribuyan al desplazamiento de dicha frontera. No obstante, lo deseable es que las economías busquen avanzar sobre dicha frontera.

Un criterio adicional considera el PRODY, el cual es una métrica que refleja el nivel de ingresos asociados a determinados productos Hausmann et al., (2007). Es decir, que un mayor PRODY indica mayores ingresos potenciales relacionados con la exportación de un producto (FCM-3). En el presente estudio se usa como umbral un PRODY superior al valor de la media de toda la canasta de exportaciones en el año 2019 (20,024 USD).

Además, se incluyen dos condiciones adicionales relacionadas a la transición justa (FCM-4) a nivel de producto (social y ambiental). En primer lugar, se contempla el Índice de Gini del Producto (PGI, por sus siglas en inglés). El PGI es una medida a nivel de producto de la desigualdad de ingresos de los correspondientes países exportadores (Hartmann et al., 2017). Un valor de PGI por debajo de 0.405 se asocia a bienes que normalmente son producidos por países que tienen un nivel de desigualdad de ingresos menor que México, el índice de Gini para México en el 2022 fue de 0.435. En la figura 4.3 se describen los filtros de condiciones mínimas, así como la estrategia a la que pertenecen.

Figura 4.3 *Filtros de condiciones mínimas aplicados a los productos verdes*



Fuente: Elaboración propia con base en Hartmann et al. (2019).

Finalmente, el criterio ambiental filtra aquellos productos con beneficios ambientales cuya intensidad de emisiones es considerada como "baja". Para ello considera el Índice de Emisiones por Producto (PEII), siguiendo la lógica del PRODY (Hausmann et al., 2007) y PGI (Hartmann et al., 2007) un promedio ponderado de las emisiones de los países que exportan cada producto dado con VCR. Este índice permite analizar específicamente qué productos están asociados con mayores intensidades de emisiones (Romero & Gramkow, 2021). En concreto, se calcula como el promedio ponderado de la intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero de los países exportadores para cada producto, con la ponderación basada en la participación del producto en las exportaciones totales de cada país.

En el estudio se utiliza un PEII entre 302.3-728.0. La tabla 4.3 especifica las estrategias de factibilidad y deseabilidad a través de los FCM y sus métricas.

Tabla 4.3 *Filtros de Condiciones Mínimas por tipo de estrategia*

Variable	Estrategia factible		Estrategia deseable	
	FCM – 1 Afinidad de capacidades	FCM – 2 Inercia comercial	FCM – 3 Altos ingresos	FCM – 4 Transición justa
Afinidad	≥ 0.10		≥ 0.10	≥ 0.10
VCR		$0.50 \leq VCR \leq 1$	$0.50 \leq VCR \leq 1$	$0.50 \leq VCR \leq 1$
Exportaciones promedio			$> 1 \text{ M}$	$> 1 \text{ M}$
PRODY (umbral de ingresos)			$\geq 20,024$	$\geq 20,024$
PCI (umbral de complejidad)				1.08
PGI (umbral de desigualdad)				< 0.405
PEII (umbral de intensidad de emisiones)				Low-emission intensity

Nota. FCM = Filtro de Condiciones Mínimas. Fuente: Elaboración propia, adaptado de Hartmann et al. (2019).

Si bien, la estrategia deseable resulta más prometedora, la literatura sobre complejidad económica y afinidad ha demostrado que, por lo general, los países no pueden lanzarse al azar a las actividades económicas “lejanas” a sus capacidades actuales, si no que tienden a seguir procesos de transformación dependientes de la trayectoria (Hidalgo, et al., 2007). Por lo tanto, en este trabajo se combinan los criterios de factibilidad y deseabilidad a fin de identificar potenciales oportunidades de diversificación verde para la economía mexicana.

4.3.4 Identificación de oportunidades de diversificación en México

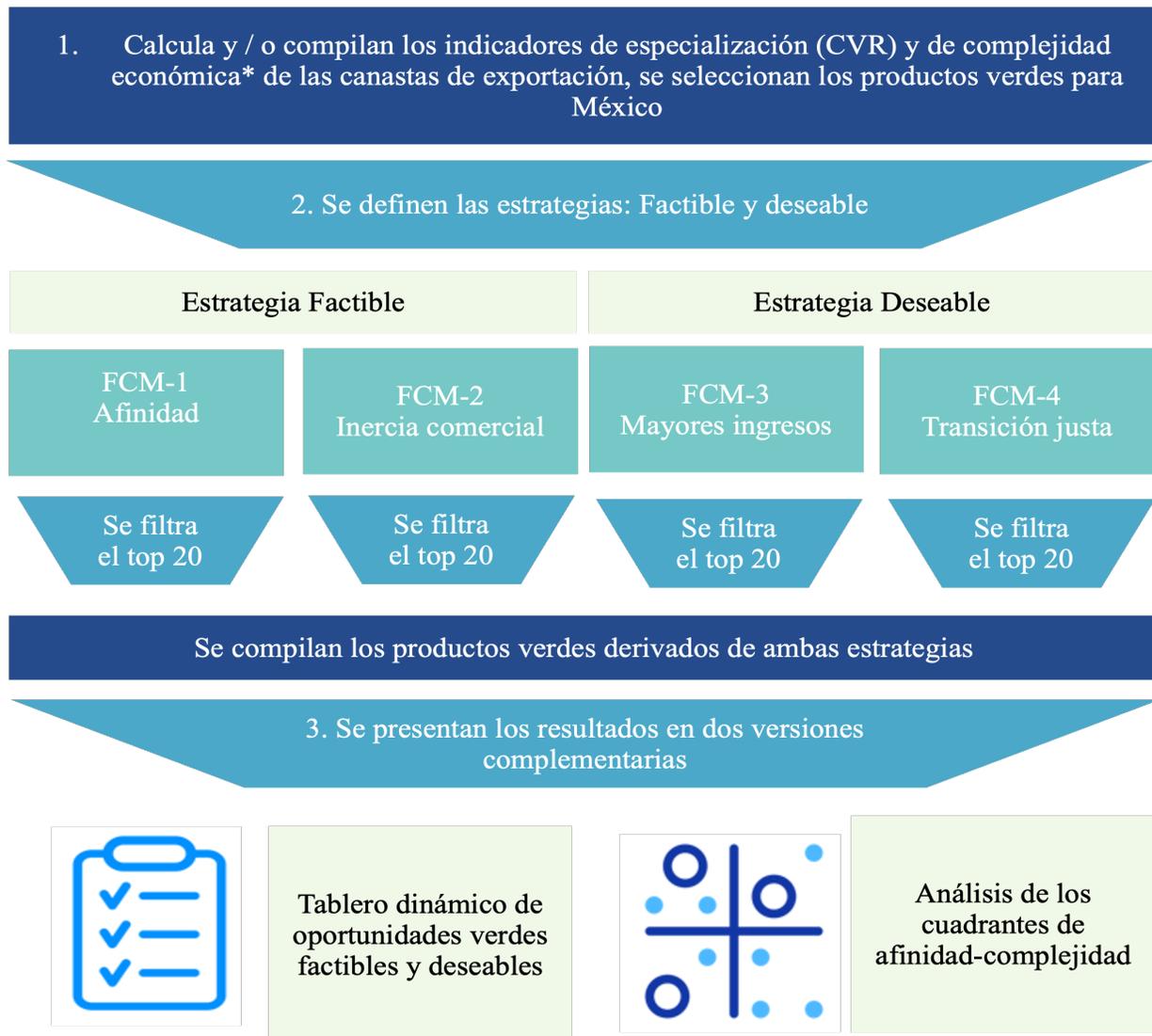
En síntesis, la metodología empleada para identificar y priorizar los productos verdes potenciales para México se sustenta principalmente en la teoría de complejidad económica (Hidalgo & Hausmann, 2009). Sin embargo, se consideran también otros factores relevantes que tienen impacto en la factibilidad y deseabilidad de las distintas opciones (Hartmann et al., 2019) y se añade el criterio de emisiones asociadas a los productos (Romero & Gramkow, 2021) para afinar la estrategia de deseabilidad por transición justa. El proceso de identificación de oportunidades de diversificación verde consta de 3 etapas principales (Figura 4.4).

La primera etapa incluye el cálculo de las exportaciones promedio (2018-2022), la VCR, la afinidad total y relativa, el PRODY y el PGI (de toda la canasta de exportaciones), mientras que se compilan los indicadores del PEII y PCI. Posteriormente, en la etapa 2, se filtran los 293 productos verdes foco de este estudio y se les aplican los FCM correspondientes a las estrategias factibles y deseables propuestas por Hartmann et al., (2019), más los criterios de deseabilidad social y ambiental definidos en el presente trabajo (FCM-4). Finalmente, la fase 3 presenta los resultados en dos versiones complementarias:

- a) Tablero dinámico de los resultados que refleja la totalidad de oportunidades de diversificación verde por país, el cual puede ser ordenado de acuerdo con las diversas variables de interés a priorizar.

- b) Gráficos de afinidad-complejidad para cada economía con el fin de representar visualmente las oportunidades de diversificación de los productos verdes y sectores en cada uno de los cuadrantes.

Figura 4.4 *Proceso de identificación de oportunidades de diversificación verde*

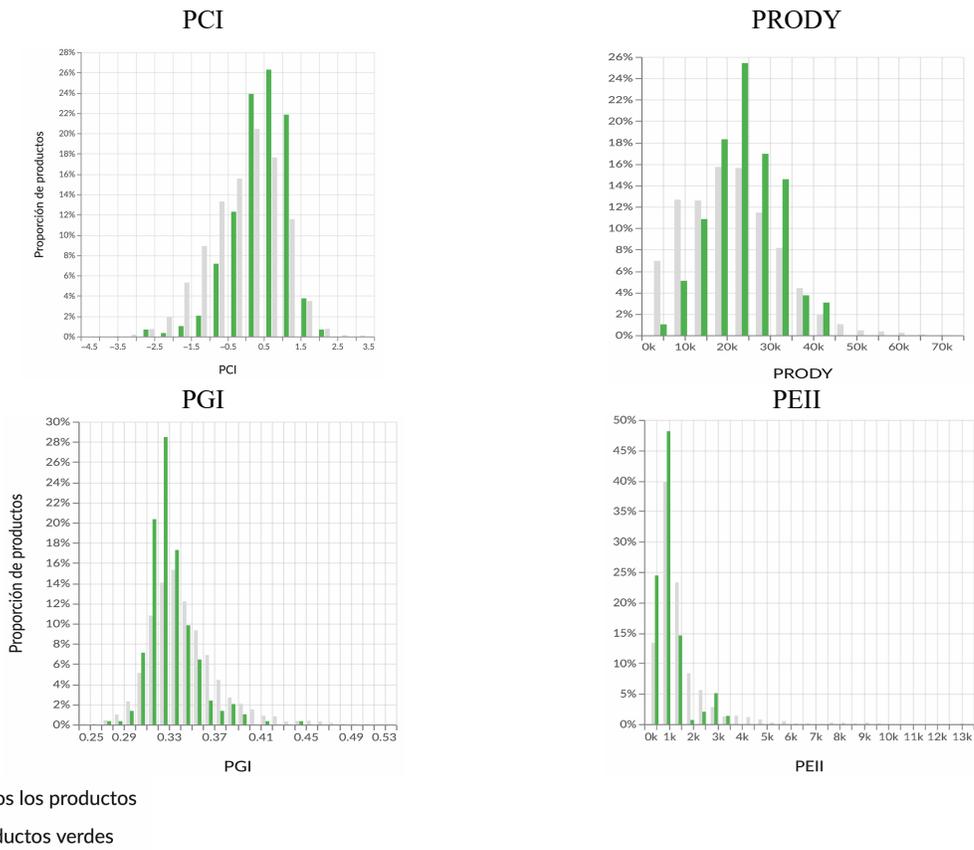


Nota. FCM: Filtros de Condiciones Mínimas. *Las métricas de complejidad económica usadas son definidas en la Tabla 4.1. Metodología basada en Balassa, (1965); Balland et al., (2019, 2022); Hartmann et al., (2019); Hausmann & Klinger, (2007); Hidalgo, (2021, 2023); Hidalgo et al., (2007); Rigby et al., (2019). Fuente: elaboración propia.

4.4 Resultados

En concordancia con los hallazgos de Mealy & Teytelboym (2022) se detectó que los productos que son amigables con el medio ambiente también son productos con más altos niveles de PCI, comparado con todos los productos, lo que sirve como fundamento para inferir que son bienes que requieren de mayor conocimiento que los productos no verdes, asimismo, se detectó que la concentración de productos con menor desigualdad, está en los productos verdes, al igual que los ingresos asociados a los productos se ve incrementada en los productos que son amigables con el medio ambiente (Figura 4.5).

Figura 4.5 Distribución del PCI, PRODY y PGI de todos los productos HS6 y productos verdes

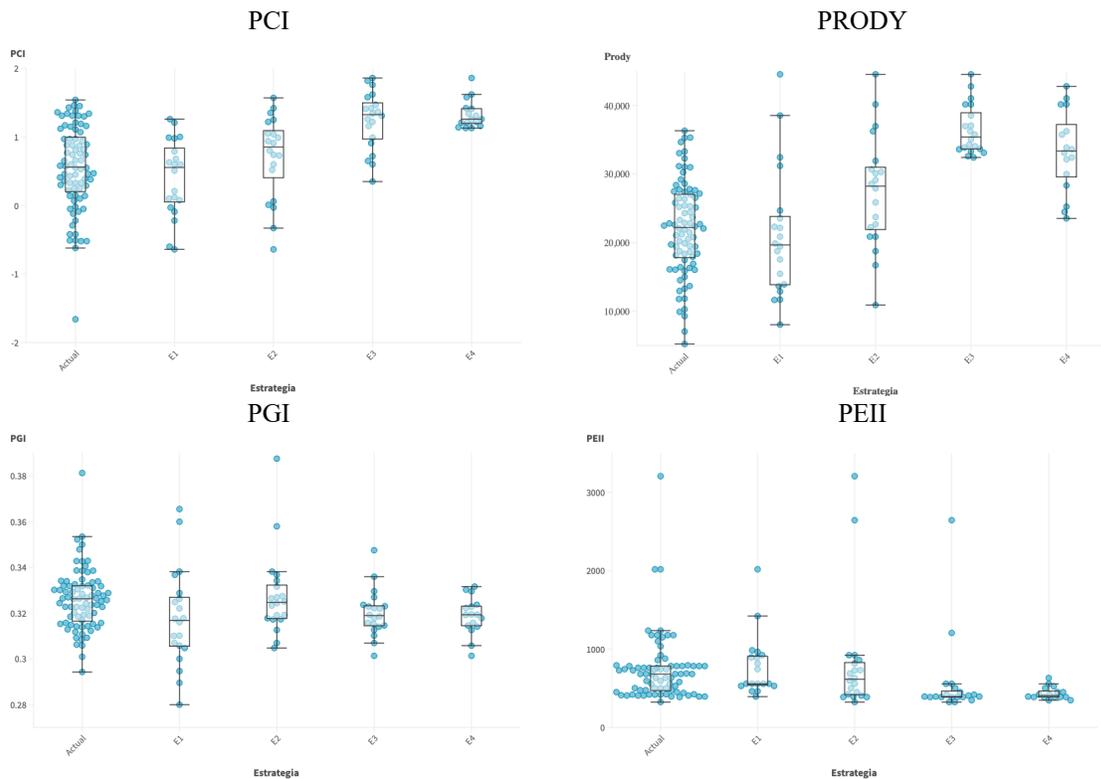


Fuente: elaboración propia.

La implementación de las diversas estrategias tendrá beneficios graduales, como se observa en el estudio realizado por Hartmann et al., (2019). En la figura 4.6 se puede observar que los beneficios serían progresivos hasta llegar a un nivel óptimo con la implementación de la estrategia 4, tanto en PCI se vería incrementado, es decir, se estaría especializando en la producción de bienes más complejos. En el caso del PRODY, es decir, el nivel de ingresos asociados a los productos también se vería incrementado.

Para el caso del PGI se vería disminuido, es decir, la desigualdad promedio de ingresos sería menor, asimismo las Intensidad de Emisiones de Producto, se vería reducida con la implementación de las estrategias.

Figura 4.6 La implementación de las estrategias cambiaría el PCI, PEII, PGI y Prody



Nota. Cada punto representa un producto en el eje de las abscisas se encuentran las fortalezas actuales (Actual), Estrategia del FCM 1 (E1), Estrategia del FCM 2 (E2), Estrategia del FCM 3 (E3), Estrategia del FCM 4 (E4). En el eje de las ordenadas se encuentra el PCI, PEII, PGI y Prody. Fuente: Elaboración propia. Consulta: <https://public.flourish.studio/story/2517988/>

4.4.1 Oportunidades de diversificación verde en México

México presenta un total de 57 oportunidades para diversificar su producción y sus exportaciones (Tabla 4.4), las cuales son: i) factibles, dadas sus capacidades e inercia comercial; y, ii) deseables, por ingresos y transición justa. 15 de ellas asociadas a la estrategia factible por afinidad (FCM-1), es decir, oportunidades de diversificación “cercanas” a la estructura exportadora actual. En cuanto a productos que cuentan con ventajas comparativas intermedias asociadas a su estructura comercial, se detectaron 14 oportunidades (FCM-2). Existen 2 productos que cumplen con los dos filtros anteriores.

Un total de 7 productos están enfocados en la diversificación hacia productos verdes relacionados con mayores ingresos (FCM-3), se detectaron 5 bienes vinculados con la diversificación hacia productos más complejos, inclusivos y con menores emisiones (FCM-4), un total de 8 productos se vinculan con ambos filtros anteriores. Asimismo, 6 productos están dentro de las estrategias factibles y deseables a la par, que serán denominadas estrategias deseables al alcance los cuales, serán descritos más adelante y ubicados en el espacio producto, con la finalidad de reconocer sus conexiones primarias. A continuación, serán detallados los productos detectados. Los beneficios que se les atribuye son establecidos por Andres & Mealy (2023). En la tabla 4.4 se muestra la cantidad de productos resultantes por cada: 1) FCM, 2) Estrategia (factible y deseable) y 3) Ambas estrategias (co-ocurrencia entre estrategias).

Tabla 4.4 *Número de oportunidades de diversificación*

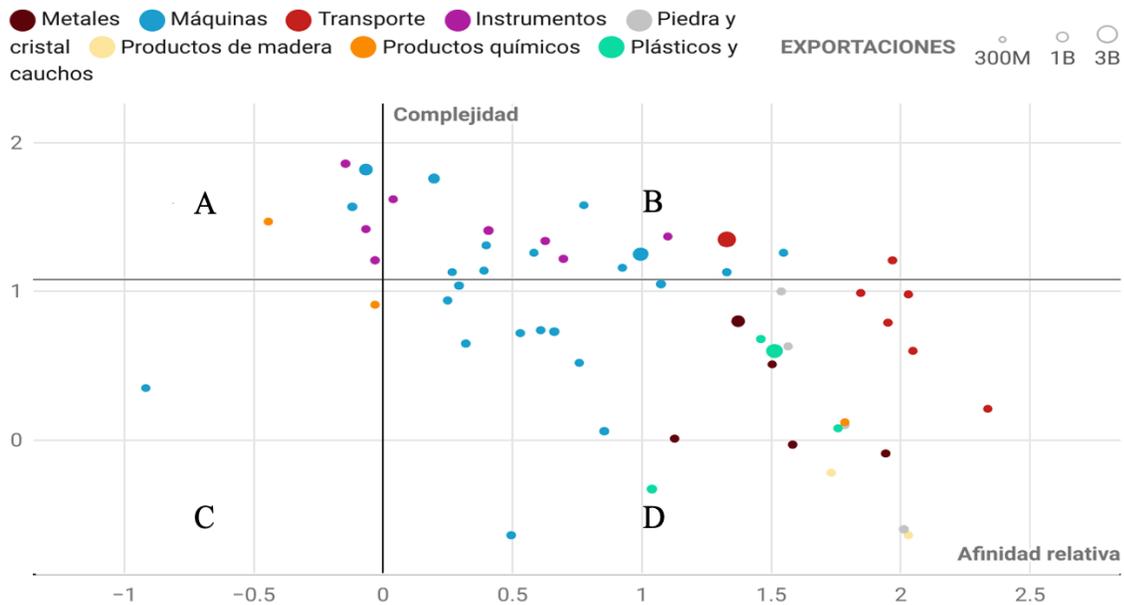
Oportunidades	Estrategia factible		Estrategia deseable	
	FCM-1 Afinidad de capacidades	FCM-2 Inercia comercial	FCM-3 Altos ingresos	FCM-4 Transición justa
FCM	15	14	7	5
Estrategia	2		8	
Ambas estrategias	6			

Nota. FCM = Filtro de Condiciones Mínimas. La fila “FCM” muestra la cantidad de oportunidades de diversificación que resultaron de cada FCM. En la fila “estrategia” se presentan las oportunidades que son co-ocurrentes: FCM 1 + FCM 2 (Estrategia factible) y FCM 3 + FCM 4 (Estrategia deseable). En la fila “ambas estrategias” se indica la cantidad de productos que están dentro de la estrategia factible y deseable. Fuente: Elaboración propia.

Tomando como referencia el modelo para especialización inteligente (Balland et al., 2019, 2022; Hidalgo, 2023; Rigby et al., 2022). Se presentan los productos ubicados por cuadrante, en los cuadrantes A y B se encuentran los productos que presentarían altos beneficios para el país, además, en los cuadrantes C y D se encuentran las oportunidades de diversificación con bajos beneficios.

En la figura 4.7, se pueden observar los productos verdes en los cuadrantes antes mencionados, donde el eje de las abscisas está dado por la afinad relativa y el eje de las ordenadas por el Índice de Complejidad del Producto, con énfasis en el sector al que pertenece. En la figura 4.8 se muestran las oportunidades de diversificación verde para México por tipo de estrategia y beneficio ambiental.

Figura 4.7 Oportunidades de diversificación verde para México

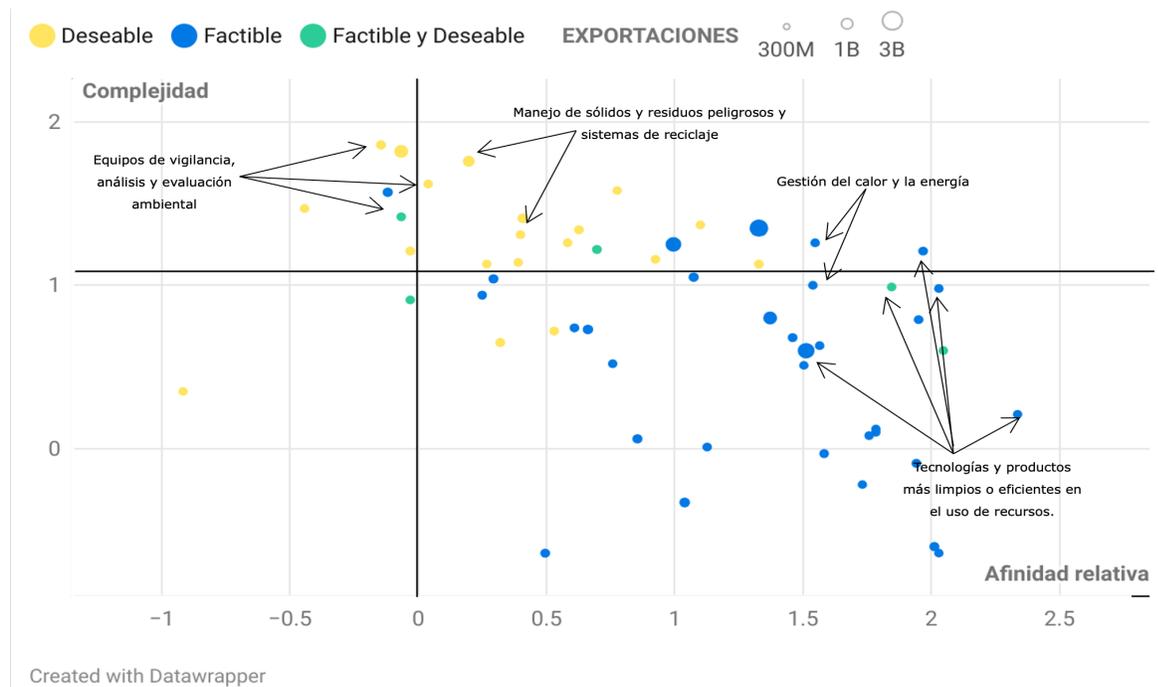


Created with Datawrapper

Nota. El eje de las ordenadas representa el PCI y el eje de las abscisas la afinidad relativa, los colores, se relacionan con el sector y el tamaño del nodo corresponde al nivel de exportaciones. Fuente: Elaboración propia. Consulta:

https://www.datawrapper.de/_jP70j/?v=4

Figura 4.8 Oportunidades de diversificación verde para México (beneficio ambiental)



Nota. El eje de las ordenadas representa la afinidad relativa y el eje de las abscisas el PCI, los colores, se relacionan con el tipo de estrategia. Fuente: Elaboración propia. Consulta: https://www.datawrapper.de/_/BoS6V/

4.4.2 Oportunidades de altos beneficios para México

Las oportunidades de altos beneficios para México se encuentran en los cuadrantes A y B, son productos con niveles elevados de PCI, es decir, se encuentran los productos más complejos.

En la tabla 4.5 se enlistan los productos que están dentro del cuadrante A, bienes que son propensos a producirse en México, estos productos son complejos, sin embargo, se encuentran distantes a la estructura productiva actual del país. En total se detectaron 6 oportunidades de diversificación verde, 3 de ellos pertenecen al sector Instrumentos, los Instrumentos y aparatos opt (903140), empleados en la medición, registro, análisis y evaluación de muestras o impacto ambientales, las Partes y accesorios para equipos de medición o verificación (903190) empleados para el control de la contaminación del aire, actualmente. Estos, pueden ser empleados en la elaboración de monitores de calidad del aire, y herramientas que permiten conocer la calidad del aire y con ello generar estrategias y tomar medidas oportunas y adecuadas para la gestión ambiental, así como

informar y prevenir sobre los niveles de contaminación, activar (o desactivar) alertas de emergencia, cuantificar los niveles de exposición a la contaminación y generar estrategias de gestión de la calidad del aire. Miden contaminantes como partículas suspendidas, dióxido de azufre, ozono, dióxido de nitrógeno y monóxido de carbono (INECC, 2019).

En el sector Máquinas existen 2 oportunidades de diversificación, Máquinas y aparatos mecánicos (847989) que se utiliza para preparar residuos para su reciclaje, retirar o triturar desechos que se encuentran en las aguas residuales y Maquinaria para el tratamiento por cambio de temperatura (841989) que son usados como evaporadores y secadores para el tratamiento de aguas residuales, lo cual puede ser útil para países donde el acceso al agua es escaso, además, debido a la contaminación, se ha determinado que en las zonas industriales, se debe realizar un tratamiento de aguas residuales (domésticas e industriales) antes de hacer la descarga al alcantarillado, lo que requerirá que las regiones que implementen el tratamiento de aguas residuales adquieran diversos equipos para la puesta en marcha (Ramalho, 2021). En el sector Químicos, se encuentran los Compuestos inorgánicos, aire comprimido líquido, amalgamas (285100) que tiene como beneficio ambiental el suministro de agua potable y distribución.

Tabla 4.5 Oportunidades de diversificación (cuadrante A)

Código	Nombre	Sección
392690	Artículos de plástico	Plásticos y cauchos
860721	Frenos de aire, partes para material rodante de ferrocarril	Transporte
853921	Lámparas de filamento, halógeno de tungsteno	Máquinas
840490	Partes de plantas auxiliares para calderas generadoras de	Máquinas
853720	Tableros de control y distribución eléctrica, > 1kv	Máquinas
731010	Tanques, toneles o contenedores, de hierro o acero, capacidad 50-300 litros	Metales

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4.6 se enlistan los bienes cercanos a la estructura productiva actual, por lo que son considerados de bajo riesgo y que tienen altos niveles de PCI, es decir los productos ubicados en el cuadrante B. Se encuentran los productos con alta afinidad y alto PCI, es decir, son productos “cercaños” a la estructura productiva actual y con un nivel alto de complejidad del producto, por lo que resultan productos con altos beneficios y el riesgo es bajo.

En el sector de Máquinas, se localizan productos tales como: Partes de máquinas y aparatos mecánicos (847990) que son diseñados para una amplia gama de gestión ambiental, Centrífugas (842119), Partes de centrífugas, incluyendo secadoras centrífugas (842191) equipos empleados para eliminar el petróleo que flota en el agua y se usa para remediar derrames de petróleo, estos pueden ocurrir en tierra, ríos o mares, ello puede tener impacto socioeconómico negativo, así como dañar los ecosistemas, medioambiente, salud humana y el turismo (Ordóñez et al., 2022), por ello, las regiones que han registrado derrames de petróleo a lo largo de su historia, deben estar preparados con maquinaria adecuada para frenarlos, con lo cual la producción y exportación de los productos antes mencionados, podría ser de utilidad aunado a que las regiones se están preocupando por el cuidado del ambiente, por lo que la exportación de dichos productos sería rentable.

Dentro del mismo sector se ubican los Hornos industriales calentados por resistencia eléctrica y hornos (851410) y Horno industrial, horno, incinerador no eléctrico(841780), se utilizan para destruir desechos sólidos y peligrosos, a través del calentamiento del aire contaminado y la oxidación de componentes orgánicos, fomenta la descarbonización, lo que podría resultar benéfico, debido a que la contaminación del aire representa un grave riesgo para la salud, si ésta se logra disminuir, la salud cardiovascular y respiratoria de la población tendrán mejoría (Páramo, 2019).

Asimismo, se sugiere el producto Máquinas para mezclar, amasar, triturar, moler, etc. (847982) que se utiliza para preparar residuos para el reciclaje; eliminar o triturar los trapos y escombros que normalmente se encuentran en las aguas residuales, además de Partes para máquinas de filtrado/purificación para líquido/gas (842199) empleado para eliminar contaminantes de aguas residuales, mediante recuperación química, separación de aceite/agua, cribado o filtrado. Debido al desabasto mundial de agua, las regiones se han visto en la necesidad de usar aguas residuales en diversas actividades diarias, tal es el caso de la agricultura (actividad económica que más agua emplea), donde se le ha visto un uso potencial, pues se conserva el recurso hídrico y además se reciclan nutrientes, pero es necesario que estas aguas sean tratadas, ya que aproximadamente el

80% de las aguas usadas en la agricultura no son tratadas, lo que representa un significativo problema sanitario (Mendoza-Retana et al., 2021).

Cada vez más regiones han mostrado su preocupación por el cuidado del medioambiente y la conservación del agua, por lo que el uso de aguas residuales tratadas es una gran opción, brinda beneficios para el medioambiente y la salud. Rodríguez et al. (2020) refieren que ya no debe considerarse como un residuo, si no como un recurso, resaltando que se han visto beneficios en México, Perú, Brasil y Chile. Asimismo, ha planteado acciones para lograr este cambio de paradigma: 1) desarrollo de iniciativas para aguas residuales, 2) desarrollo de plantas de tratamiento de aguas, 3) explorar y apoyar el financiamiento, 4) poner en práctica los marcos de política institucional y reglamentario. El uso de aguas residuales permitirá una solución a la escasez hídrica, contribuir a la sostenibilidad y mejorar la economía.

Los Equipos de refrigeración por compresión con intercambio de calor (841861) son empleados para la creación de sistemas de bombas de calor geotérmicas que se utilizan para enfriar y/o calentar partes en el mundo. Las bombas de calor pueden reducir hasta en 80% las emisiones de dióxido de carbono y brindan más energía en relación con las calderas tradicionales, extraen energía de fuentes renovables (EnergyDepartment, 2017).

De igual manera, se destacan los Convertidores estáticos (850440), estos bienes convierten la energía solar a electricidad, se pueden emplear para convertir la corriente de las células fotovoltaicas/solares en electricidad convencional, que puede hacer funcionar productos domésticos y de oficina. La energía fotovoltaica ofrece diversas ventajas, permite acceso a la energía limpia y renovable, electrificar regiones, contribuye a la contención del calentamiento global y disminuye la emisión de gases de efecto invernadero (Gruezo-Valencia & Solis-Mora, 2022). La energía solar es ampliamente accesible en diversos lugares y puede emplearse para fines diversos, para ello es importante la estimación de la irradiación solar es un factor crítico en la elección de lugares para ubicar los paneles solares (Nawab et al., 2023). Se detectó un producto que se usa para remover el contenido metálico de los residuos para reciclaje, los Electroimanes y

partes de dispositivos magnéticos (850590) y las Lámparas de filamento, halógeno de tungsteno (853921) que se utilizan para el ahorro y gestión del calor y/o energía.

En el sector de Instrumentos, se enlistan los Instrumentos que utilizan radiaciones ópticas (902750), empleados para análisis químicos, térmicos u ópticos de muestras, incluidos fotómetros de calidad del agua, los microtomos, Partes de equipos de análisis científico (902790) y los Equipos para análisis físico o químico (902780), empleados para medir, registrar, analizar y evaluar muestras ambientales o influencias ambientales, así como los Controles automáticos hidráulicos y neumáticos (903281) productos que se utilizan para el desarrollo de instrumentos y aparatos relacionados con el control de aplicaciones ambientales, como el tratamiento de agua, de aguas residuales, control de la contaminación del aire y controles de procesos eficientes para aplicaciones industriales.

Se encuentran en el sector Transporte, los Otros vehículos incluidos los propulsados por Turbinas de gas (870390), que tienen diversos usos, empleados en los vehículos eléctricos con batería secundaria, vehículos de batería de combustible, motor eléctrico y tanque de hidrógeno, vehículos híbridos con motor eléctrico, vehículos con depósito de gas natural y vehículos propulsados con hidrógeno. La venta de vehículos eléctricos en el mundo ha incrementado en el año 2024, lo que refleja un mercado en expansión, con oportunidades (Hernández, 2024) y desafíos, pues la demanda eléctrica mundial de electricidad se verá aumentada (Roca, 2024), por ello, será prescindible que las regiones además de promover los automóviles eléctricos, generen la infraestructura necesaria para la obtención de energía solar.

También se enlistan las Partes de material rodante de ferrocarril (860799), que tienen el beneficio ambiental de poseer tecnologías y productos más limpios o eficientes en el uso de recursos.

Tabla 4.6 Oportunidades de diversificación (cuadrante B)

Código	Nombre	Sección
902730	Espectrómetros, espectrofotómetros, etc. que utilizan luz	Instrumentos
283524	Fosfatos de potasio	Productos químicos
281830	Hidróxido de aluminio	Productos químicos
392111	Hoja etc., celular de polímeros de estireno	Plásticos y cauchos
392113	Hoja etc., celular de poliuretano	Plásticos y cauchos
903140	Instrumentos y aparatos opt	Instrumentos
731021	Latas, de hierro o acero, capacidad <50 litros cerradas por crimpado/soldadas	Metales
842121	Maquinaria o aparatos para filtrar o purificar agua	Máquinas
841989	Maquinaria para el tratamiento por cambio de temperatura	Máquinas
847982	Máquinas para mezclar, amasar, triturar, moler, etc.	Máquinas
902790	Microtomos, partes de equipos de análisis científico	Instrumentos
860799	Partes de material rodante de ferrocarril	Transporte
841290	Partes de motores hidráulicos/neumáticos/otros de potencia	Máquinas
842199	Partes para máquinas de filtrado/purificación para líquido/gas	Máquinas
842490	Partes para pulverizadores y dispersores de polvo	Máquinas
903190	Partes y accesorios para equipos de medición o verificación	Instrumentos
730210	Rieles de ferrocarril/tranvía, hierro o acero	Metales
860699	Vagones ferroviarios	Transporte

Fuente: Elaboración propia.

En los listados anteriores se muestran los productos que, de desarrollarse en México se podrían tener altos beneficios, primero, se presentaron los que implican mayor riesgo (cuadrante A) y posteriormente los que implican menor riesgo (cuadrante B).

4.4.3 Oportunidades de bajos beneficios para México

En los cuadrantes C y D se encuentran los productos con nivel de PCI inferior a la frontera de diversificación de México para el año 2022, la cual fue de 1.08, en el cuadrante se distinguen los productos con baja afinidad a la estructura actual, por lo que transitar a ellos no tendría grandes beneficios. En la tabla 4.7 de enlistan los productos hallados en el cuadrante C.

Se detectaron 2 productos, uno de ellos es co ocurrenente con otra estrategia, por lo que describirá más adelante, el otro producto que se detectó es maquinaria de pesaje con capacidad < 30 kg (842381), utilizado para el tratamiento y gestión de aguas residuales.

Tabla 4.7 Oportunidades de diversificación (cuadrante C)

Código	Nombre	Sección
732690	Artículos de hierro o acero	Metales
841780	Horno industrial, horno, incinerador no eléctrico	Máquinas

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4.8 se muestran los productos que se encuentran en el cuadrante D, bienes que representan un bajo beneficio para México (dada la complejidad del producto), sin embargo, son productos con altos niveles de afinidad a la estructura productiva del país, en países como México, cuya producción no está enfocada en productos con altos niveles de PCI, resulta un listado útil, pues permitirá transitar a bienes cercanos y con ello un crecimiento en la economía (Hidalgo et al., 2007).

Es el cuadrante que más productos contiene. El sector "máquinas", contiene 9 productos, como las partes de hornos industriales/etc. eléctricos (851490), anteriormente se ha sugerido la producción de loa hornos industriales calentados por resistencia eléctrica y hornos (851410) como una oportunidad de bajo riesgo y altos beneficios. Asimismo, se sugiere el desarrollo de partes de motores hidráulicos/neumáticos/otros de potencia (841290) considerados como componentes integrales para aerogeneradores, la generación de energía eólica en México ha tenido un aumento significativo, el uso de energías renovables ayudan al crecimiento económico y son una vía para reducir el cambio climático y las emisiones de contaminantes, por lo que el país está en una transición energética más limpia, la energía eólica, que de seguir a largo plazo podría convertirse en una fuente exportadora (Zacarias-López et al., 2021).

Productos que son usados como repuestos para planta auxiliar de calderas, condensadores para vapor y que tienen como beneficio ambiental el control de la contaminación del aire, pues ayudan a minimizar la liberación de contaminantes en la atmósfera son las partes de plantas auxiliares para

calderas generadoras de (840490). Los tableros de control y distribución eléctrica, > 1kv (853720), que tienen aplicaciones en plantas de energía renovable.

Solo el 14% del agua residual en México es tratada y reutilizada, se producen alrededor de 39.5 millones de metros cúbicos de aguas residuales al día, el 71% del agua se utiliza para la agricultura (CONAGUA, 2022), se ha identificado, que para el 2030, el principal problema para el tratamiento del agua en México será la falta de infraestructura, por insuficiencia de capacidad instalada, falta de red de alcantarillado y tratamiento ineficientes, por lo que se requiere que las aguas residuales tratadas lleguen a las comunidades (De La Peña et al., 2013), por ello se sugiere la producción de los siguientes bienes. Las partes para pulverizadores y dispersores de polvo (842490) que se emplean en sistemas de recuperación de productos químicos para la gestión de aguas residuales. La cinta transportadora de acción continua o elevador de mercancías tipo banda (842833) que se emplean para transportar residuos alrededor de las plantas de tratamiento. Las válvulas de retención (848130) y las bombas de desplazamiento positivo alternativo (841350), que se utilizan para la manipulación y transporte de aguas residuales o lodos durante el tratamiento, la maquinaria o aparatos para filtrar o purificar agua (842121) que se emplea para filtrar y purificar agua para varias aplicaciones ambientales, científicas e industriales, incluidas el tratamiento de agua e instalaciones de tratamiento de aguas residuales. Del sector de "metales" las latas, de hierro o acero, capacidad <50 litros cerradas por crimpado/soldadas (731021) utilizadas para el tratamiento y artículos de hierro o acero (732690) estos últimos pueden filtrar el agua a la entrada de los desagües, así como los artículos de plástico (392690) del sector de "plásticos y cauchos", además del hidróxido de aluminio (281830) está dentro del sector de "productos químicos", utilizado en sistemas de recuperación para la gestión de aguas residuales.

Dentro del sector de "metales", se recomienda la producción de rieles de ferrocarril/tranvía, hierro o acero (730210), además de tanques, toneles o contenedores, de hierro o acero, capacidad 50-300 litros (731010), empleados para residuos líquidos o sólidos, incluidos los peligrosos. Así como de depósitos/tanques/cubas/etc., de hierro o acero, capacidad >300 litros (730900), empleados para digestores anaeróbicos para gasificación de biomasa, tanques de almacenamiento de precalentamiento solar, contenedores de residuos, depósitos para almacenamiento de agua potable,

fosas sépticas y depósitos para el tratamiento de aguas residuales, pueden ayudar a la conversión de residuos en gas, que puede utilizarse para generar energía.

Del sector "piedra y cristal" se sugiere la fabricación de materiales aislantes térmicos o acústicos minerales y artículos (680690), bloques de construcción, ladrillos de cemento o piedra artificial (681011) y artículos prefabricados estructurales de cemento o hormigón (681091), los cuales sirven para el ahorro y gestión del calor y/o la energía. Además de artículos sanitarios de porcelana para baño, cocina y otros (691010).

Los frenos de aire, partes para material rodante de ferrocarril (860721), ejes, ruedas y partes de ferrocarril y tramway (860719) y vagones ferroviarios (860699) están dentro del sector "transporte" y se propone su producción, además tienen el beneficio ambiental de emplear tecnologías y productos más limpios y eficientes en el uso de recursos.

Del sector de "plásticos y caucho", la hoja etc., celular de poliuretano (392113) y la hoja etc., celular de polímeros de estireno (392111) que permiten el ahorro y gestión del calor y/o la energía, además de hoja / película no celular / refuerzo de polímeros de propil (392020) empleada en equipos de eliminación de residuos.

De "productos de madera", los artículos de corcho aglomerado (450490) y los paneles y balsos de parquet, de madera (441830), que son productos a base de bambú, amigables con el medioambiente y pueden ahorrar gran cantidad de recursos de suelo, aire y agua y cepillos, partes (960390) en "otros".

Tabla 4.8 Oportunidades de diversificación (cuadrante D)

Código	Nombre	Sección
450490	Artículos de corcho aglomerado	Productos de madera
681091	Artículos prefabricados estructurales de cemento o hormigón	Piedra y cristal
691010	Artículos sanitarios de porcelana para baño, cocina y otros	Piedra y cristal
860712	Bastidores de ferrocarril y tramway & bastidores bissel- no motores	Transporte
860711	Bastidores motores de ferrocarril y tramway & bastidores bissel- motores	Transporte
681011	Bloques de construcción, ladrillos de cemento o piedra artificial	Piedra y cristal
841350	Bombas de desplazamiento positivo alternativo	Máquinas
842119	Centrífugas	Máquinas
960390	Cepillos, partes	Otros
842833	Cinta transportadora de acción continua o elevador de mercancías tipo banda	Máquinas
285100	Compuestos inorgánicos, aire comprimido líquido /, amalgamas	Productos químicos
903281	Controles automáticos hidráulicos y neumáticos	Instrumentos
850440	Convertidores estáticos	Máquinas
902720	Cromatógrafos, instrumentos de electroforesis	Instrumentos
730900	Depósitos/tanques/cubas/etc., de hierro o acero, capacidad >300 litros	Metales
860719	Ejes, ruedas y partes de ferrocarril y tramway	Transporte
850590	Electroimanes y partes de dispositivos magnéticos	Máquinas
841861	Equipos de refrigeración por compresión con intercambio de calor	Máquinas
902780	Equipos para análisis físico o químico	Instrumentos
392020	Hoja / película no celular / refuerzo de polímeros de propil ...	Plásticos y cauchos
851410	Hornos industriales calentados por resistencia eléctrica y hornos	Máquinas
902750	Instrumentos que utilizan radiaciones ópticas	Instrumentos
842381	Maquinaria de pesaje con capacidad < 30 kg	Máquinas
847989	Máquinas y aparatos mecánicos	Máquinas
680690	Materiales aislantes térmicos o acústicos minerales y artículos	Piedra y cristal
870390	Otros vehículos incluidos los propulsados por turbinas de gas	Transporte
441830	Paneles y balsos de parquet, de madera	Productos de madera
842191	Partes de centrífugas, incluyendo secadoras centrífugas	Máquinas
851490	Partes de hornos industriales/etc. eléctricos	Máquinas
847990	Partes de máquinas y aparatos mecánicos	Máquinas
848130	Válvulas de retención	Máquinas

Fuente: Elaboración propia.

Los listados anteriores no deben considerarse como verdades absolutas, sino como el resultado de un trabajo en el que fueron consideradas diversas métricas para proponer productos a los que México puede transitar, se pone especial atención en la complejidad de los productos y la afinidad con las capacidades actuales, todos los productos son considerados verdes por su beneficio ambiental, cada uno de ellos puede ser empleado para mitigar los daños al medioambiente, su producción y exportación podría traer beneficios económicos para el país y su uso beneficios ambientales.

4.4.4 Oportunidades deseables al alcance para México

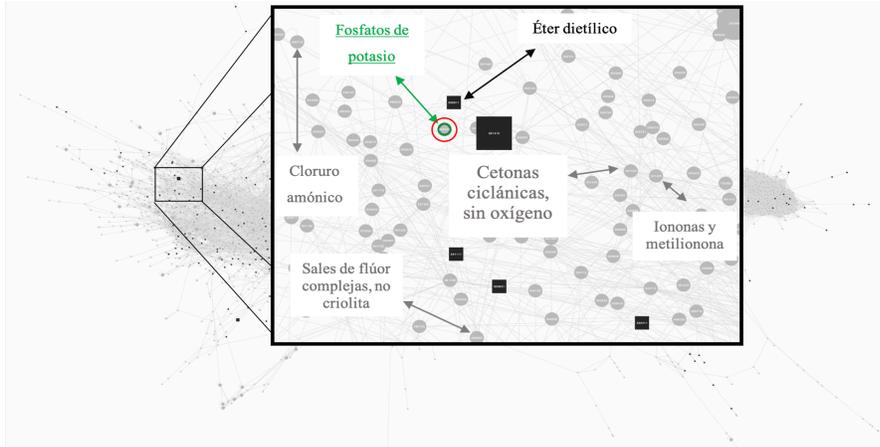
Se encontraron productos que son co-ocurrentes en los filtros de condiciones mínimas, es decir, están dentro de los listados de productos verdes factibles y deseables. Se detectaron bienes del sector Transporte, Maquinaria y Químicos. Para reconocer las conexiones primarias de estos productos, se construye el espacio producto a 6 dígitos, en el que se ubica cada uno de los bienes co-ocurrentes, así como sus conexiones primarias, permite reconocer si esas conexiones son también productos con beneficios ambientales, además de la VCR del producto, su nivel de exportaciones y el PCI.

Las figuras que se muestran a continuación son acercamientos de la construcción del espacio producto verde – no verde en México. El color del contorno de los nodos está en función del beneficio ambiental, es decir, si el contorno es verde, refiere que es un producto verde. Los nodos cuadrados y de color negro indican una $VCR > 1$ y el tamaño de los nodos están en función del tamaño de sus exportaciones. El nodo que está encerrado en una circunferencia roja refiere al bien factible y deseable al cual se le están buscando sus conexiones primarias.

En el sector de Químicos se encuentra el producto fosfato de potasio (283524), empleado en los sistemas de recuperación química para la gestión de aguas residuales, asimismo es un fertilizante eficiente, con bajo impacto de la contaminación del suelo, por lo que deja menos residuos tóxicos y favorece a la actividad microbiana. Se detectó este producto tiene conexiones primarias con 5 productos de este sector, que, además, 4 de ellos tienen un PCI superior a 1, lo que indica que son productos más complejos.

En la figura 4.9 se puede observar un acercamiento del espacio producto y las conexiones primarias del producto. En el caso del producto éter dietílico (290911) se distingue que es un bien con VCR en México. En la tabla 4.9 se encuentra un listado de productos con conexiones primarias al producto verde antes mencionado.

Figura 4.9 Conexiones primarias de fosfatos de potasio



Nota. La figura representa el espacio producto a 6 dígitos (HS) y un acercamiento al producto cromatógrafos, instrumentos de electroforesis y sus próximos adyacentes. El color del contorno de los nodos está en función del beneficio ambiental, es decir, si el contorno es verde, refiere que es un producto verde. Los nodos cuadrados y de color negro indican una VCR > 1 y el tamaño de los nodos están en función del tamaño de sus exportaciones.

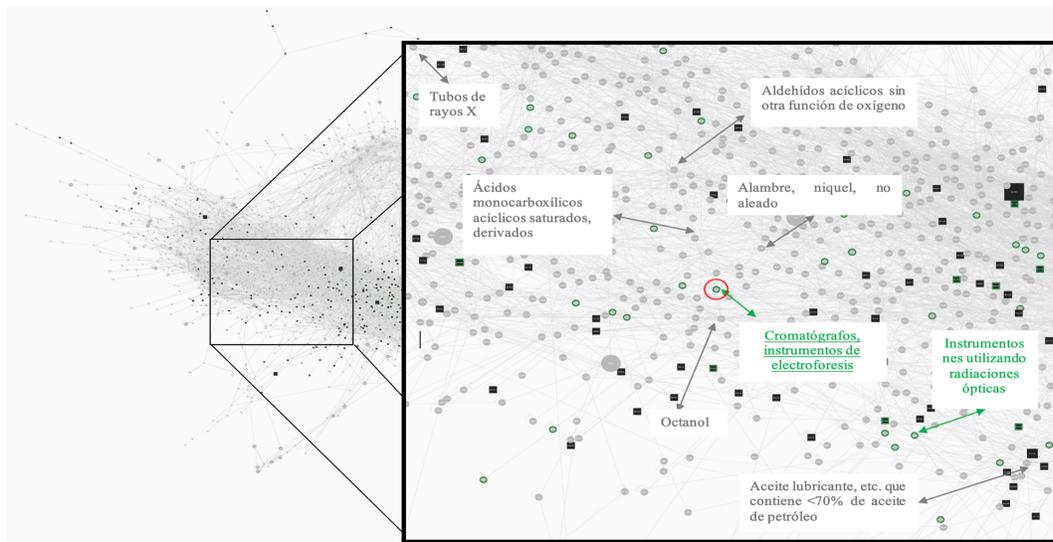
Tabla 4.9 Conexiones primarias de fosfatos de potasio

Estrategia	PCI	Conexiones primarias	PCI
 283524 Fosfato de potasio	0.91	 282690 - Sales de flúor complejas, no criolita	1.68
		 282710 - Cloruro amónico	-0.5
		 290911 - Éter dietílico	1.32
		 291423 - Iononas y metilnona	1.19
		 291429 - Cetonas ciclánicas, sin oxígeno	1.21

Fuente: Elaboración propia.

En el caso del sector Máquinas se detectaron 2 productos, los Cromatógrafos, instrumentos de electroforesis (902720) que se pueden utilizar para monitorear y analizar las emisiones de contaminación del aire, calidad del aire y ambiente, perteneciente a las cadenas de valor verde de vehículos eléctricos e hidrógeno verde este producto tiene conexiones primarias con 7 productos de diferentes sectores, todos con PCI superior a 1 (Figura 4.10 y Tabla 4.10), cabe resaltar que uno de ellos además es amigable con el medioambiente, específicamente los Instrumentos utilizando radiaciones ópticas (902750), empleados para análisis químicos, térmicos u ópticos de muestras.

Figura 4.10 *Conexiones primarias de cromatógrafos, instrumentos de electroforesis*



Nota. La figura representa el espacio producto a 6 dígitos (HS) y un acercamiento al producto cromatógrafos, instrumentos de electroforesis y sus próximos adyacentes. El color del contorno de los nodos está en función del beneficio ambiental, es decir, si el contorno es verde, refiere que es un producto verde. Los nodos cuadrados y de color negro indican una VCR > 1 y el tamaño de los nodos están en función del tamaño de sus exportaciones.

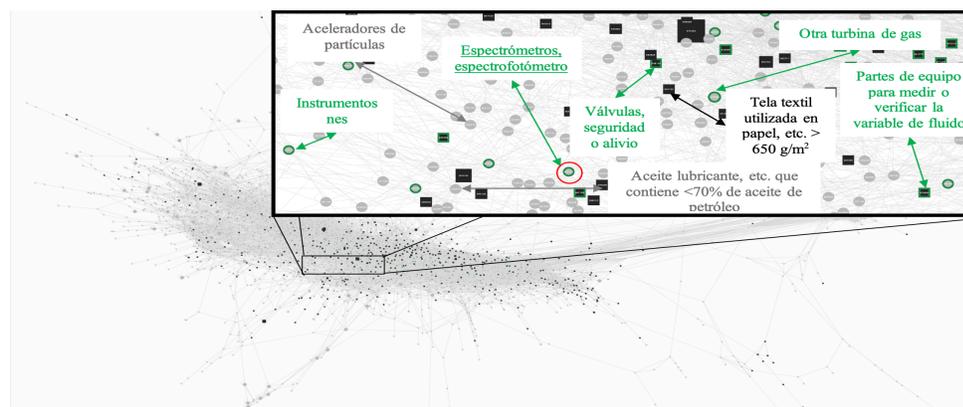
Tabla 4.10 Conexiones primarias de cromatógrafos, instrumentos de electroforesis

Estrategia	PCI	Conexiones primarias	PCI
 902720 - Cromatógrafos, instrumentos de electroforesis	1.42	 902750 - Instrumentos utilizando radiaciones ópticas	1.60
		 902230 - Tubos de rayos X	1.59
		 750521 - Alambre, níquel, no aleado	1.43
		 340319 - Aceite lubricante, etc. que contiene <70% de aceite de petróleo	1.37
		 291590 - Ácidos monocarboxílicos acíclicos saturados, derivados	1.19
		 291219 - Aldehídos acíclicos sin otra función de oxígeno	1.26
		 290516 - Octanol	1.04

Fuente: Elaboración propia.

Los espectrómetros, espectrofotómetros, etc. utilizando luz (902730), son empleados para identificar y caracterizar sustancias químicas desconocidas y en aplicaciones ambientales para detectar toxinas de trazas contaminantes, así como para análisis cualitativos y cuantitativos en departamentos de control de calidad, control ambiental, gestión del agua, procesamiento de alimentos, agricultura y monitoreo del clima este producto tiene conexiones primarias con 7 productos (Figura 4.11 y Tabla 4.11), de los cuales 2 son amigables con el medioambiente tal es el caso de los Instrumentos utilizando radiaciones ópticas (902750) y las Válvulas, seguridad o alivio (848140) que se utiliza para el manejo, transporte y tratamientos de aguas residuales.

Figura 4.11 Conexiones primarias de espectrómetros, espectrofotómetro



Nota. La figura representa el espacio producto a 6 dígitos (HS) y un acercamiento al producto cromatógrafos, instrumentos de electroforesis y sus próximos adyacentes. El color del contorno de los nodos está en función del beneficio ambiental, es decir, si el contorno es verde, refiere que es un producto verde. Los nodos cuadrados y de color negro indican una VCR > 1 y el tamaño de los nodos están en función del tamaño de sus exportaciones.

Tabla 4.11 *Conexiones primarias de espectrómetros, espectrofotómetro*

Estrategia	PCI	Conexiones primarias	PCI
 902730 - Espectrómetros, espectrofotómetros, etc. utilizando luz	1.22	 902750 - Instrumento utilizando radiaciones ópticas	1.60
		 902690 - Partes de equipo para medir o verificar la variable de fluido	0.93
		 870390 - Otra turbina de gas	1.31
		 854310 - Aceleradores de partículas	1.45
		 848140 - Válvulas, seguridad o alivio	0.99
		 591132 - Tela textil utilizada en papel, etc. > 650 g/m ²	1.25
		 340319 - Aceite lubricante, etc. que contiene <70% de aceite de petróleo	1.37

Fuente: Elaboración propia.

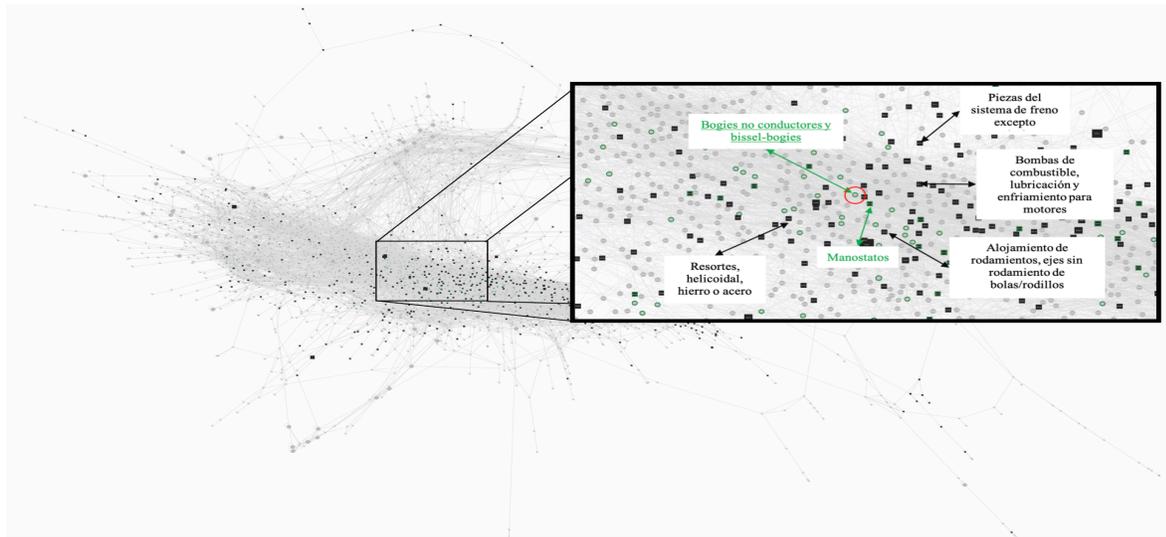
En el sector de Transporte se detectaron los Bogies no conductores y bissel-bogies (860712) que permiten la reducción de fricción y el consumo de energía, disminuyen el desgaste de la infraestructura y el ruido, genera que la capacidad del transporte sea más eficiente y los trenes puedan adaptarse mejor al terreno, el cual tiene 5 conexiones primarias y una de ellas con beneficios ambientales (Figura 4.12 y Tabla 4.12), son los Manóstatos (903220) que miden y monitorean la presión y se emplean para controlar bombas y equipos de alimentación de químicos en aplicaciones como el tratamiento de aguas residuales.

Tabla 4.12 *Conexiones primarias de bogies no y bisel – bogies*

Estrategia	PCI	Conexiones primarias	PCI
 860712 - Bogies no conductores y bissel-bogies	0.6	 870839 - Piezas del sistema de freno excepto revestimientos	0.97
		 841330 - Bombas de combustible, lubricación y enfriamiento para motores	1.15
		 732020 - Resortes, helicoidal, hierro o acero	1.31
		 903220 - Manóstatos	1.25
		 848330 - Alojamiento de rodamientos, ejes sin rodamiento de bolas/rodillos	1.27

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.12 Conexiones primarias de bogies no conductores y bisel – bogies



Nota. La figura representa el espacio producto a 6 dígitos (HS) y un acercamiento al producto cromatógrafos, instrumentos de electroforesis y sus próximos adyacentes. El color del contorno de los nodos está en función del beneficio ambiental, es decir, si el contorno es verde, refiere que es un producto verde. Los nodos cuadrados y de color negro indican una VCR > 1 y el tamaño de los nodos están en función del tamaño de sus exportaciones.

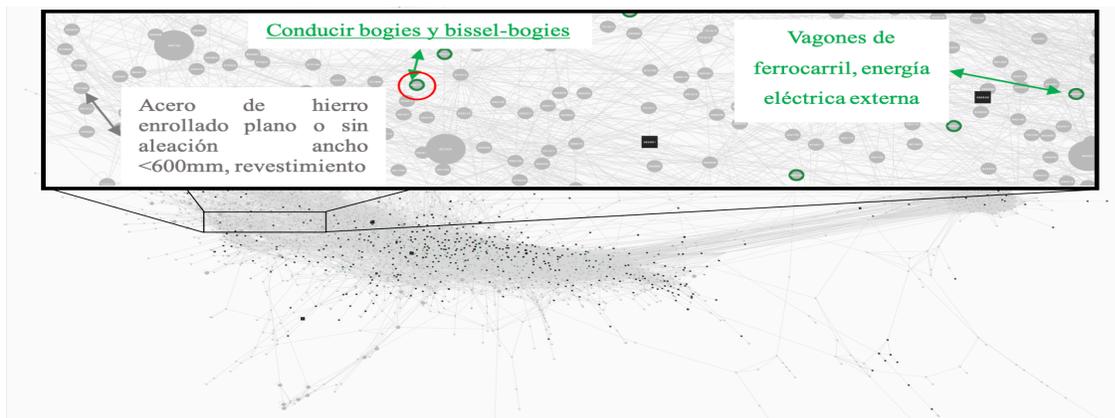
En la figura 4.13 se muestra el espacio producto con acertamiento al producto Conducir bogies y bisel-bogies (860711) que son sistemas de suspensión y rudas, contribuyen para un transporte ferroviario más eficiente y seguro con el medioambiente, por lo que ayudan a disminuir la huella ambiental, producto con 2 conexiones primarias, una de ellas con beneficios ambientales (Tabla 4.13).

Tabla 4.13 Conexiones primarias de conducir bogies y bisel – bogies

Estrategia	PCI	Conexiones primarias	PCI
860711 - Conducir bogies y bisel-bogies	0.99	721260 - Acero de hierro enrollado plano o sin aleación ancho <600mm, revestimiento	1.14
		860310 - Vagones de ferrocarril, energía eléctrica externa	1.50

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.13 Conexiones primarias de conducir bogies y bisel – bogies



Nota. La figura representa el espacio producto a 6 dígitos (HS) y un acercamiento al producto cromatógrafos, instrumentos de electroforesis y sus próximos adyacentes. El color del contorno de los nodos está en función del beneficio ambiental, es decir, si el contorno es verde, refiere que es un producto verde. Los nodos cuadrados y de color negro indican una VCR > 1 y el tamaño de los nodos están en función del tamaño de sus exportaciones.

4.4.5 Productos con beneficios ambientales y sus conexiones en el espacio producto

Como se ha mencionado, el desarrollo económico de México ha estado sustentado bajo los principios de la economía marrón, aquella que se basa en el crecimiento del PIB y los beneficios económicos, a través del uso de combustibles fósiles, sin cuidar al medioambiente, lo que ha causado un deterioro del medioambiente, por ello, se busca la transición a una economía que disminuya los impactos al cambio climático y se obtengan beneficios ambientales y económicos (Pérez-Hernández, 2022; Young, 2016).

Existen diversas herramientas que permiten la visualización del espacio producto de las naciones, en el caso de México, se puede acceder al portal de DataMéxico (2024) que permite la integración, visualización y análisis de datos públicos de la economía mexicana, asimismo, al Observatorio de Complejidad Económica (OEC, 2024) que posibilita la exploración de patrones comerciales y comparar el rendimiento económico de las regiones, además del Growth Lab (2024) que identifica las fronteras de crecimiento y fomenta la investigación y desarrollo de políticas públicas basadas en datos económicos.

Sin embargo, los portales anteriores no ofrecen una visualización detallada de los productos con beneficios ambientales y todos ellos muestran productos del sistema armonizado a 4 dígitos, mientras que, el presente estudio se mapea el espacio producto con el sistema armonizado a 6 dígitos, lo que permite una visualización detallada de los productos, en el caso del presente, de los productos con beneficios ambientales factibles y deseables y sus conexiones primarias, lo anterior con la finalidad de reconocer los posibles adyacentes para identificar con que productos es “cercano” en términos de conocimiento, verificar la VCR del producto, su nivel de exportaciones y sensibilidad verde.

En el centro de la red, se concentran los productos con mayor PCI y en la periferia los bienes de complejidad baja, como se puede observar en la figura 4.14, los productos del sector Maquinaria se encuentran al centro, mientras que, en la periferia los productos del sector de Textiles y Agricultura.

Figura 4.14 Espacio – producto por industria



Nota. La figura representa el espacio producto a 6 dígitos (HS), cada nodo representa un producto, el color de los nodos está relacionado con el sector al que pertenece. Fuente: Elaboración propia con base en Pachot et al., (2022).

Se realizó un espacio-producto a 6 dígitos, en el que se identificaron los productos verdes, así como los productos marrones y su nivel de exportación, con la finalidad de identificar aquellos productos marrones en los que México tiene alto nivel de exportación y sus conexiones primarias, en especial, las conexiones con productos con beneficios ambientales (Figura 4.15).

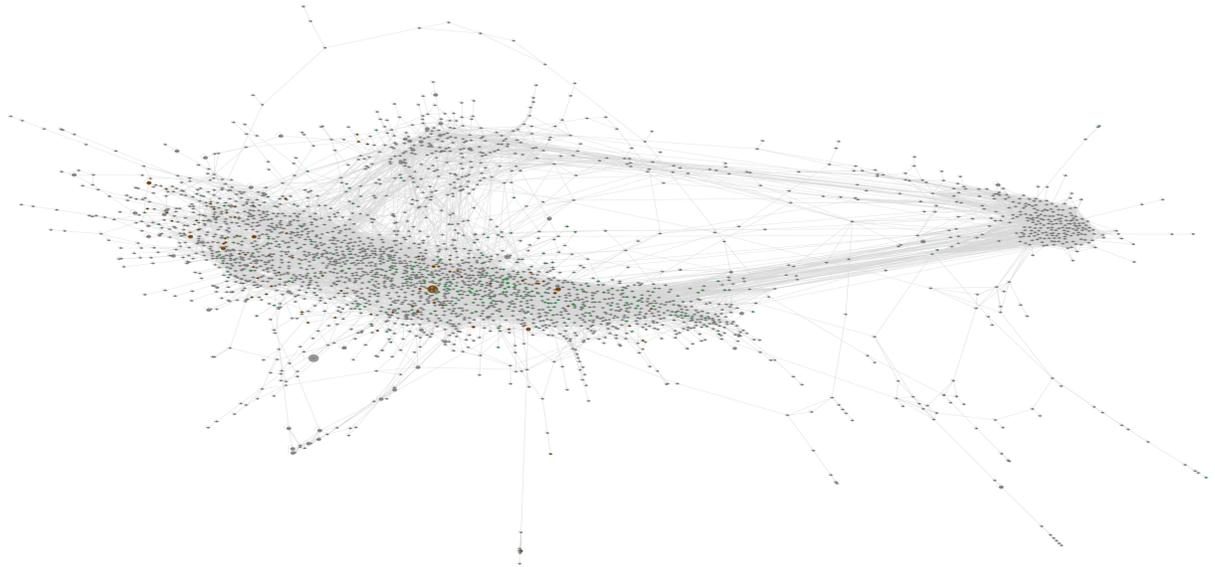
Se pueden observar los productos marrones con altos niveles de exportación, en específico se distingue el producto autos de tamaño pequeño (870322), los cuales son vehículos con cilindrada superior a 1000 pero no superior a 1500 Cc³, en 2023, las entidades federativas con más venta internacional de dicho producto fueron: Ciudad de México, Puebla, Nuevo León, Jalisco y Querétaro, a destinos comerciales como: Estados Unidos, Canadá, Alemania, Brasil y Colombia, A nivel global, México fue el país que más exportaciones del producto tuvo de dicho producto (DataMéxico, 2024).

Éste tiene diversas conexiones primarias, dentro de las que se destacan 6 productos amigables con el medioambiente, de los cuales 5 son fortalezas actuales para México, a saber: láminas no celulares de polímeros de estireno (392030), su producción requiere menos recursos y energía, además de ser reciclables. Las estructuras y partes de estructuras, hierro o acero (730890), tienen diversas aplicaciones, como la construcción de edificios y la infraestructura de transporte.

Las piezas para motores de encendido por chispa, excepto aviones (841490) pueden optimizar el rendimiento de los equipos y disminuyen el consumo de energía. Además de las piezas para motores y generadores eléctricos (850300) que están diseñadas para mejorar la eficiencia y rendimiento de los motores y generadores, lo que resulta en menos consumo de energía.

Asimismo, se detectó un producto que se ha propuesto como estrategia factible; los artículos de hierro o acero (732690), el cual su fabricación implica el uso de materiales reciclados, lo que conlleva a la gestión sostenible de recursos, puede ser aplicable en la construcción, fabricación y transporte.

Figura 4.15 *Espacio producto de México verde y marrón*



Nota. La figura representa el espacio producto a 6 dígitos (HS), cada nodo representa un producto, el color verde de los nodos está relacionado con productos verdes y los nodos café con los productos marrón. Fuente: Elaboración propia con base en Pachot et al., (2022).

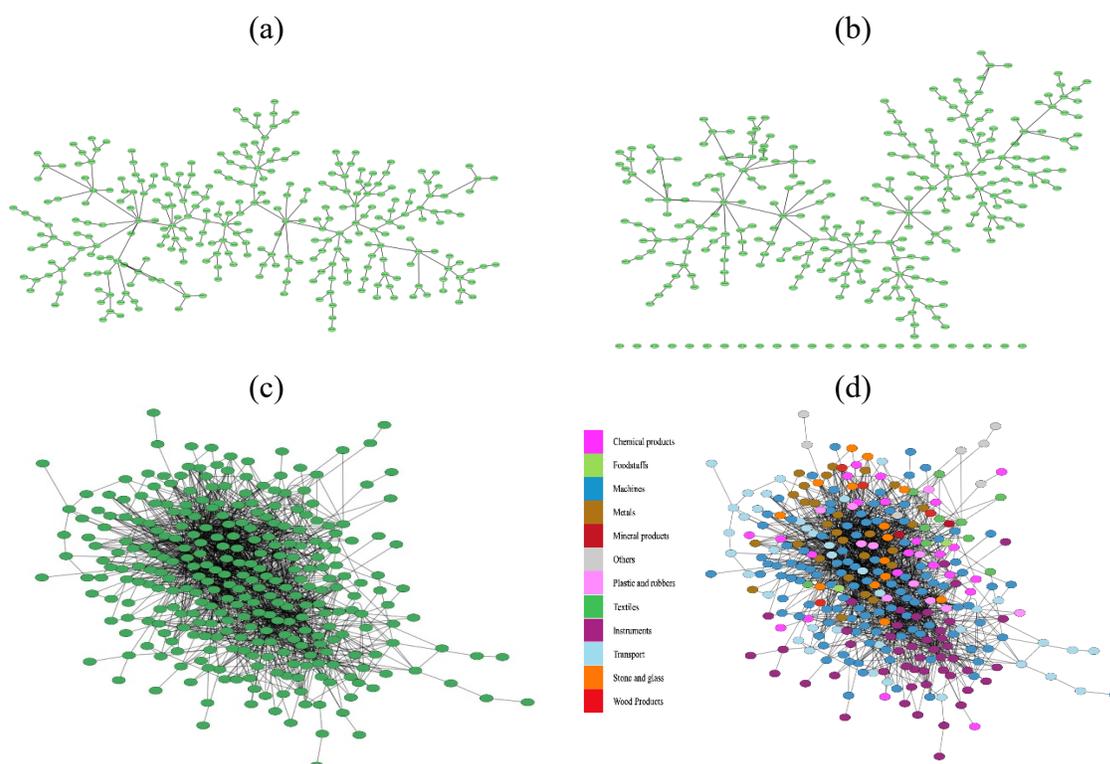
4.4.6 Espacio producto verde

Con la finalidad de visualizar el relacionamiento de los productos verdes, se siguieron las propuestas de Hidalgo (2007) y Mealy & Teytelboym (2022), para la construcción de un espacio – producto de los bienes con beneficios ambientales y sus vínculos con otros productos verdes, basada en la proximidad, es decir, similitudes entre pares de productos verdes.

Hay tres pasos para construir el espacio producto verde. (i) construir una red de expansión máxima, como se muestra en la figura 4.16-a. Se calculó el árbol de expansión máxima para alcanzar todos los nodos, utilizando el número mínimo de enlaces. La red incluye 294 enlaces que aseguran la conectividad y maximizan la proximidad total. (ii) Se construyó una red de ponderación máxima, como se muestra en la figura 4.16-b. Se mantienen los enlaces con peso que excede el umbral $\varphi = 0.45$ (Hidalgo et al., 2007; Mealy & Teytelboym, 2022; Pachot et al., 2022). La red incluye 270 enlaces y proporciona una visualización distinguible.

(iii) Se combinó la red de expansión máxima y la red de ponderación máxima, como se muestra en la figura 4.16-c. La red superpuesta contiene 1684 enlaces y 295 nodos, que representan los productos verdes y su co-ocurrencia de exportación. Para representar mejor una visualización de la red, se empleó el algoritmo "organic layout", diseño orientado a la fiesta que ubica cada nodo teniendo en cuenta los deñas nodos y permite evitar superposición de enlaces y desenredar los *clusters* densos. La figura 4.16-d muestra el diseño del espacio producto verde. Después de preparar el esqueleto, se colorearon los nodos por industrias a nivel sectorial. El espacio producto verde final está basado en los datos promediados de las exportaciones en el periodo 2018-2022 de acuerdo con el sistema armonizado (HS-1992).

Figura 4.16 Red del espacio producto verde

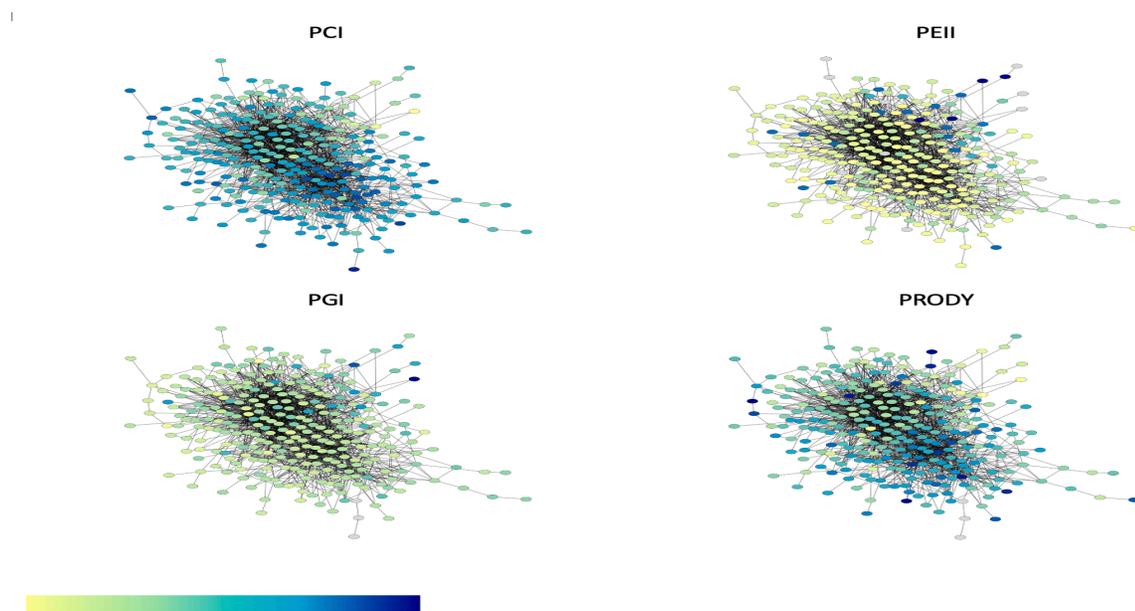


Nota. ¿Cómo construir el espacio producto verde? (A) El primer paso: construir una red de máxima expansión. (B) El segundo paso: construir una red de máxima ponderación con $\varphi > 0.45$. (C) El último paso: construir una red superpuesta combinando la red de máxima expansión y la red de máxima ponderación. (D) Estructura de la red, utilizando un algoritmo Organic Layout en Cytoscape. (E) El resultado final: el espacio producto verde. El color de los nodos corresponde a las 12 industrias a nivel sectorial. Fuente: Elaboración propia

Asimismo, con la finalidad de evaluar las estrategias propuestas y de identificar el comportamiento de la red, se creó el espacio producto verde en la que se puso especial atención en el PCI, PEII, PGI y PRODY. Como se puede observar en la figura 4.17 los productos con mayor PCI están en el centro de la red, mientras que, los que prestan menor PCI están en la periferia, lo que reitera que los productos más complejos son aquellos productos dentro del sector de maquinaria e instrumentos, es decir, productos que requieren de mayor *know-how*. Ocurre lo mismo con el PRODY, métrica que indica los ingresos, es decir, la red reitera que los ingresos asociados a los productos verdes son altos.

En el caso del PEII en la red se puede observar que la mayoría de los productos tienen bajas intensidades de emisiones y son solo algunos productos que sus emisiones incrementan. Misma situación ocurre con el PGI, lo que indica que la desigualdad de los productos verdes es baja, lo anterior se puede observar en la 4.17.

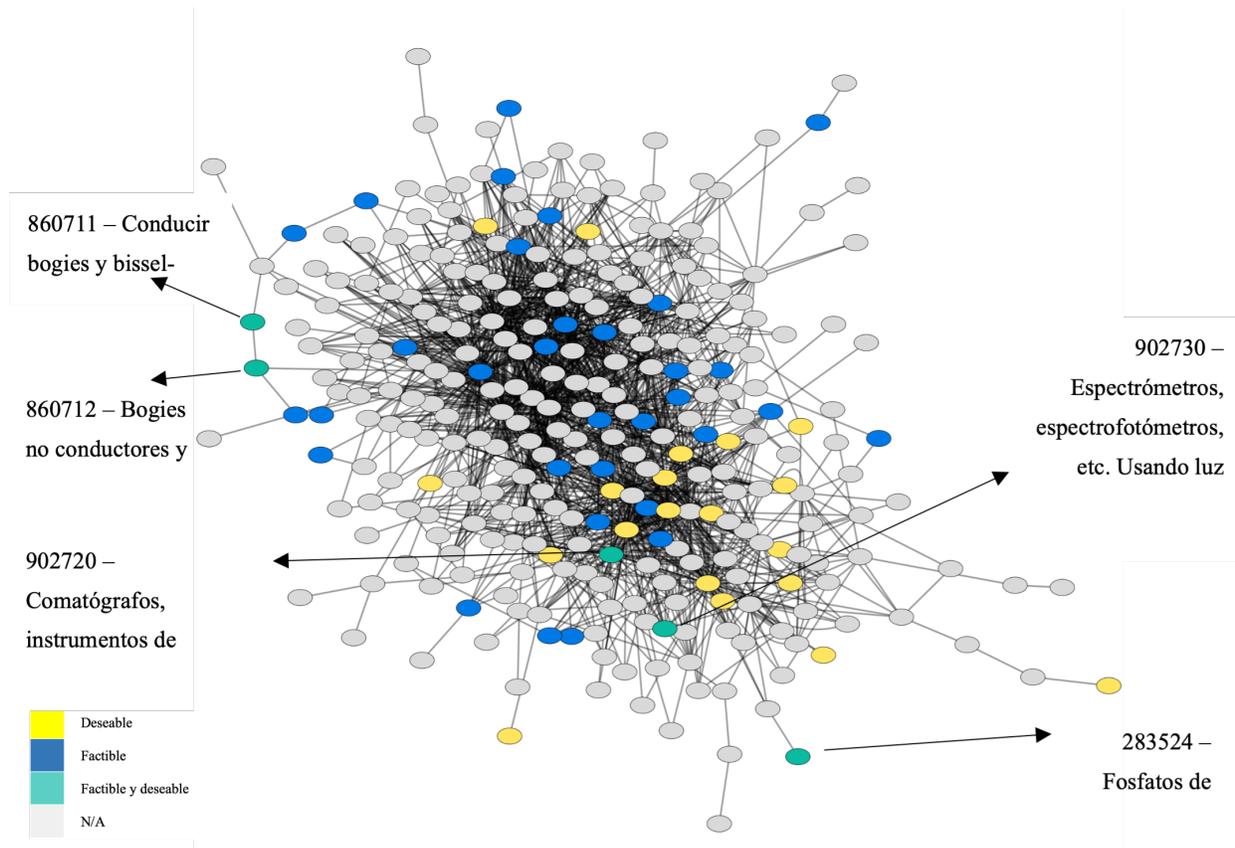
Figura 4.17 *Espacio producto verde por PCI, PGI, PEII y PRODY*



Nota. La figura representa el espacio producto verde a 6 dígitos (HS). Fuente: elaboración propia.

Se construyó el espacio producto verde relacionado con las fortalezas y oportunidades de diversificación verde para México propuestas con anterioridad, con el fin de visualizar el comportamiento de los productos y su afinidad (Figura 4.18).

Figura 4.18 *Espacio producto verde oportunidades de diversificación verde para México*



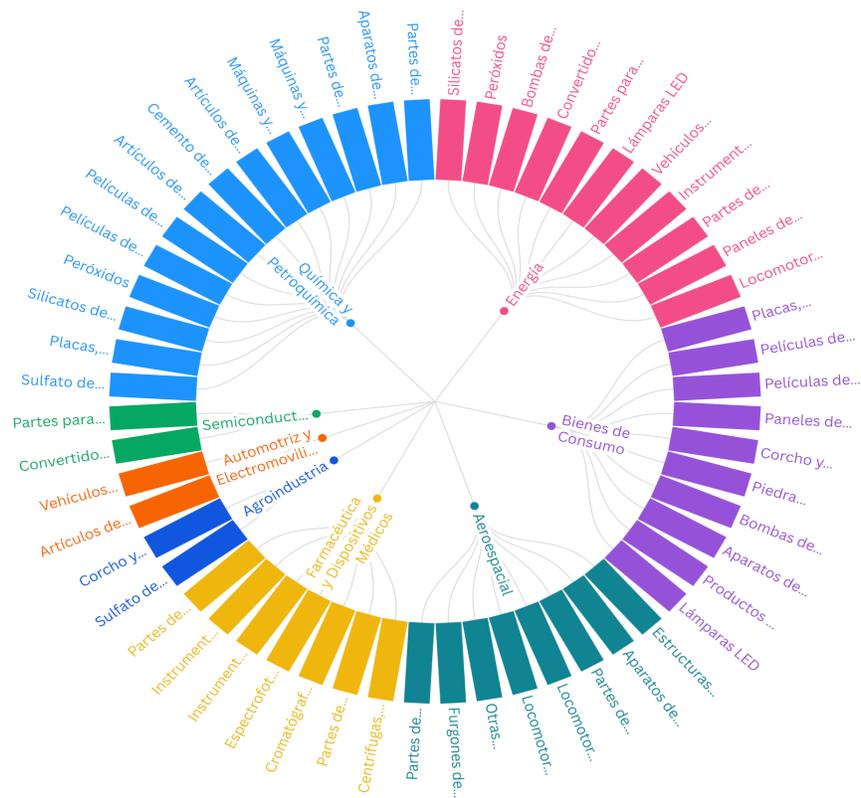
Nota. La figura representa el espacio producto verde a 6 dígitos (HS), cada nodo representa un producto verde, el color de los nodos está relacionado con las oportunidades de diversificación. Fuente: Elaboración propia.

4.4.7 Portafolio y Plan México

Se ha realizado una comparación de los productos propuestos anteriormente y el Plan México, con la finalidad de reconocer cuales son los bienes que tienen alguna convergencia con los sectores estratégicos, como la energía y bienes de consumo.

Son 42 los productos están directamente alineados con los sectores estratégicos del Plan México. En la figura X.X se pueden observar los productos que han sido propuestos con anterioridad y la relación que guardan con los sectores estratégicos.

Figura 4.19 Sectores estratégicos del Plan México y su relación con el portafolio verde



Nota. La figura muestra los sectores estratégicos del Plan México que guardan relación con el portafolio de diversificación verde, cada color es un sector y cada barra representa un producto contenido en dicho sector. Fuente: Elaboración propia. Consulta: <https://public.flourish.studio/visualisation/22789931/>

Con ello se puede identificar que el portafolio está alineado especialmente en lo relacionado a Farmacéutica y Dispositivos médicos, agroindustria, semiconductores, energía, automotriz y electromovilidad, química y petroquímica, bienes de consumo y aeroespacial.

4.5 Discusión y conclusión

La presente investigación permitió conocer las oportunidades de diversificación verde para México, obteniendo un total de 57 alternativas de diversificación, se emplean criterios basados en las capacidades actuales y la inercia comercial (factibilidad), así como los beneficios económicos, ambientales y sociales (deseabilidad). Es importante mencionar, que se detectó que los productos verdes son bienes que tienden a ser más complejos, es decir, requieren de la acumulación de capacidades para su desarrollo, además, son productos con menor intensidad de emisiones de contaminantes, el nivel de ingresos asociado a dichos bienes es mayor, conjuntamente el nivel de desigualdad asociada a los productos verdes es menor.

Se identificó, que de los productos antes mencionados (factibles y deseables) se vinculan con las necesidades actuales del país y del mundo, como, por ejemplo, el tratamiento de aguas residuales, la producción de automóviles eléctricos, el desarrollo de equipos para monitorear la calidad del aire, o sistemas para transportes ferroviarios, por mencionar algunos, todos los productos representan un beneficio ambiental. Es por ello, que pueden sustentar una base empírica para el desarrollo de políticas públicas que fomenten la producción de dichos bienes.

Lo anterior respalda que, dadas las capacidades actuales de la región, se puede transitar a la producción de bienes con beneficios ambientales y con ello lograr la transición a una economía más verde, cuidando el desarrollo de productos con bajas emisiones de GEI, que, al mismo tiempo, tienden a producirse en lugares con menores niveles de desigualdad y que impulsan la sofisticación de las capacidades productivas del país. La identificación de estos productos estratégicos son un insumo importante para el diseño de estrategias de desarrollo productivo inteligentes, en las que los estatales y federal puedan impulsar políticas para el desarrollo del ecosistema de innovación, capital humano e infraestructura requerido para elevar la competitividad industrial regional.

En el futuro, se pudieran realizar análisis apegados a las cadenas de valor verde propuestas por el GrowthLab (2024) para identificar cómo México y sus entidades federativas, pueden integrarse a la producción de bienes dentro de las cadenas de valor verde, que permitan la descarbonización de la producción, elaborando insumos que el mundo necesita para un futuro más limpio y con ello construir el camino para una transición energética y el crecimiento económico.

Lo anterior, revela que el país tiene un potencial significativo para transitar a la producción y exportación de bienes con beneficios ambientales y con ello forjar un camino hacia una economía verde. México puede aprovechar sus capacidades productivas actuales para acceder a alternativas factibles y deseables, algunas de ellas implicarán mayor riesgo, pero así también, mayor beneficio. Los listados, pueden servir como una base empírica para el diseño de políticas públicas que promuevan la transición de las regiones a una economía verde y con ello el desarrollo sostenible. Permite reconocer los sectores sostenibles a los que el país puede transitar dadas, los productos que permiten combinar ingresos, equidad y sostenibilidad así como identificar como se pueden facilitar el tránsito hacia una economía verde sustentado en políticas inteligentes.

Los productos tienen una lineación estratégica con políticas nacionales, específicamente con el Plan México, revelan que sectores pueden fortalecerse y cuales pueden apoyar las metas de sostenibilidad, el portafolio permite el diseño de políticas de diversificación productivas, atraer inversión hacia nichos verdes y el fortalecimiento de las capacidades actuales. Por ello, se recomienda incluir los productos propuestos en convocatorias de financiamiento de empresas verdes, así como la creación de un observatorio de productos verdes en México para reconocer oportunidades exportadoras y las rutas de diversificación por producto.

Para aumentar la inversión en el sector de la construcción se sugieren diversos productos como artículos de hormigón. Productos como bombas de desplazamiento, hornos industriales y centrífugas, son cruciales para la modernización de la industria manufacturera, lo que permitirá la creación de empleos especializados. Para garantizar la eficiencia y calidad de los procesos industriales y lograr la competitividad en sectores estratégicos, son útiles los equipos de medición y control. Integrar los bienes propuestos podrá contribuir a la protección del medioambiente, la

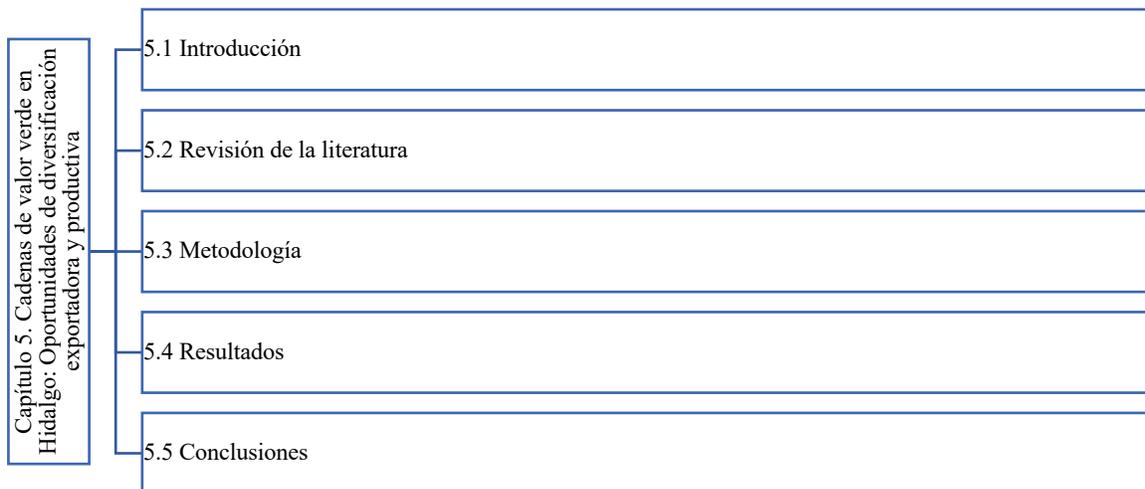
transición a una economía más verde, fortalecer cadenas de valor, generar empleos y aumentar la producción nacional.

CAPÍTULO 5
CADENAS DE VALOR VERDE EN HIDALGO: OPORTUNIDADES DE
DIVERSIFICACIÓN EXPORTADORA Y PRODUCTIVA

Capítulo 5. Cadenas de valor verde en Hidalgo: Oportunidades de diversificación exportadora y productiva

En el presente capítulo se identifican las oportunidades de diversificación en exportadora y productiva en Hidalgo a través de los productos que integran las cadenas de valor verde, está compuesto por introducción, literatura relacionada con complejidad económica, afinidad, enfoque afinidad-complejidad, productos con beneficios ambientales, datos y metodología, resultados y conclusiones. En la figura 5.1 se detalla la estructura antes mencionada.

Figura 5.1 Estructura del capítulo 5



Nota. Esquema de los subtemas que componen el capítulo 4. Fuente: Elaboración propia.

El capítulo está orientado con el objetivo específico 3, Diseñar estrategias de diversificación exportadora y productiva para proponer un portafolio de productos estratégicos para el desarrollo de cadenas de valor verde en el Estado de Hidalgo

5.1 Introducción

En el estado de Hidalgo, al menos la mitad de la población sufre problemas de pobreza (CONEVAL, 2021). En el 2023, los productos con mayor nivel de ventas internacionales en el estado fueron los Transformadores de Potencia, convertidores estáticos e inductores (8504), Partes de vehículos para vías férreas (8607) y Partes y accesorios de vehículos automotores (8708), todos ellos con subproductos que están dentro de los bienes con beneficios ambientales propuestos por Mealy & Teytelboym, (2022). Los municipios con mayor nivel de ventas internacionales para el año antes mencionado fueron: Tepeapulco, Tizayuca, Tepeji del Río de Ocampo, Mineral de la Reforma y Huichapan (DataMéxico, 2025).

Las actividades económicas en el estado están divididas en comercios y servicios 63%, sector industrial 33% y agricultura, ganadería y pesca 4%. Su ubicación geográfica le permite generar energía eléctrica, cemento, petróleo y ladrillos, actividades que contribuyen a generar emisiones de dióxido de carbono. Por tal motivo, el Gobierno del Estado preocupado por la preservación del medioambiente ha presentado un Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Hidalgo, en el que se realiza una evaluación ambiental del estado, el diagnóstico de la calidad del aire, inventario de emisiones, impactos a la salud, comunicación y educación y por último estrategias y medidas (SEMARNATH, 2021).

El objetivo de la presente investigación es brindar un listado de oportunidades de diversificación exportadora y un listado de oportunidades de diversificación productiva, ambos de las cadenas de valor verde para el estado de Hidalgo, que permitan una transición energética y una descarbonización mundial. Basado principalmente en la teoría de la complejidad económica y métricas adicionales. Lo anterior con la finalidad de que la entidad se apalanque de la acumulación de conocimientos y capacidades existentes en la región.

El listado de oportunidades de diversificación exportadora permitirá reconocer los productos "cercaños" a sus capacidades actuales en los que su transición podría ser más viable. En el caso del listado de oportunidades de diversificación productiva se harán evidentes las industrias que tienen potencial productivo en la región, así como la sugerencia de 2 municipios que cuentan con las

capacidades para desarrollarlas y con ello transitar a las actividades “cercanas” a su estructura productiva actual, haciendo evidentes las capacidades locales.

La investigación se presenta como una hoja de ruta inicial para los formuladores de políticas ambientales y económicas alineadas con el desarrollo sostenible en el estado y políticas industriales orientadas a la transición hacia una economía verde y el fortalecimiento de las capacidades actuales. El presente capítulo se basa en la suposición de generar prosperidad suministrando lo que el mundo necesita para descarbonizarse, como lo ha planteado el GrowthLab (2024) a través de *Greenplexity*.

5.2 Revisión de la literatura

La teoría de la complejidad económica propuesta por Hausmann, (2009), se sustenta en la geografía económica para indicar que los bienes producidos en una región demuestran las capacidades existentes en la misma. Identifica cuán sofisticados son los productos, es decir, la acumulación de capacidades que se requieren para su producción, así como la ubicuidad, que refiere a cuántos países pueden desarrollar cierto producto. Puede inferir las actividades económicas a las que una región es propensa a “entrar” o “salir” dadas sus capacidades (OEC, 2022).

Se asocia con la métrica de afinidad, que indica la similitud entre una actividad específica y una ubicación geográfica, con ello es posible anticipar cambios en los patrones de especialización, identifica que el aprendizaje requiere de la integración entre actividades similares. También se basa en el Índice de Complejidad Económica, que mide la intensidad del conocimiento, a través de técnicas de reducción dimensional que preservan la identidad de las variables y considera sus interacciones (Hidalgo, 2021).

La complejidad económica ha sido útil para predecir el crecimiento económico (Abdon & Felipe, 2011), desigualdad (Bandeira et al., 2021), intensidad de las emisiones (Romero & Gramkow, 2020), economía verde (Mealy & Teytelboym, 2022) vínculos con los dimensiones del desarrollo sostenible (Montiel-Hernández et al., 2024), afinidad verde y no verde (Belmartino, 2022), y el

espacio producto verde (Pérez-Hernández et al., 2021). Ha permitido analizar las oportunidades de diversificación en Paraguay (Hartmann et al., 2019), en los países del cono sur (Pérez-Hernández et al., 2025), así como para analizar la estructura productiva de Baja California, México, (Barrios et al., 2018), plantear estrategias de diversificación (Romero et al., 2024), así como detectar oportunidades de diversificación en zonas económicas especiales (Gómez-Zaldívar et al., 2019).

Se ha evaluado a los países en función del número de productos con beneficio ambientales que exportan, se identificó que las naciones que más exportaciones de productos verdes tienen son propensos a tener menores emisiones de dióxido de carbono, por ello Mealy & Teytelboym, (2022) han propuesto un listado de productos con beneficios ambientales, que podrían lograr una transición hacia una economía verde y el camino hacia el desarrollo sostenible.

Verpoort et al., (2024) sostienen que para disminuir el impacto ambiental de las cadenas de valor es necesaria la creación de cadenas de valor verde que dependan de materias primas bajas en carbono. En ese sentido el GrowthLab (2019) de la universidad de Harvard, ha propuesto una serie de productos que pertenecen a cadenas de valor verde, denominado *Greenplexity*. Constituida por productos empleados en diversas industrias que promueven una transición energética y la descarbonización de la producción mundial y el crecimiento económico.

Greenplexity ayuda a encontrar cadenas de valor verde que están impulsando la transición energética, analiza las capacidades productivas locales y genera estrategias que fomenten el crecimiento verde, generando productos que el mundo necesita para descarbonizar. Presenta un listado de 210 bienes dentro del sistema armonizado, pertenecientes a las cadenas de valor verdes, las cuales son: Vehículos eléctricos, bombas de calor, hidrógeno verde, energía eólica, energía solar, energía hidroeléctrica, energía nuclear, baterías, red eléctrica y minerales críticos.

En el caso del estado de Hidalgo, se ha realizado un diagnóstico de la complejidad económica, en el que se analizaron las oportunidades de diversificación productiva basado en las capacidades existentes y potenciales, plantea estrategias 1) al alcance (corto plazo), 2) balanceada (mediano plazo) y 3) apuesta estratégica (largo plazo). Aportó un ranking de oportunidades útil para el diseño

de políticas industriales, permite identificar sectores de alto potencial en cuanto a la diversificación y sofisticación en el estado (Pérez-Hernández, Salazar-Hernández, et al., 2019). Otro ejemplo de estudios que han empleado métricas de complejidad económica para el estado de Hidalgo, es el realizado por Pérez-Hernández et al., (2019) en el que se ha explorado el desarrollo humano a nivel municipal y su relación con la diversificación económica de los productos específicos del turismo relacionado con la sostenibilidad social, permitió mapear la ubicuidad y diversidad de las actividades relacionadas.

5.3 Metodología

Para brindar listados de oportunidades de diversificación exportadora de las cadenas de valor verde propuestos por el GrowthLab (2024) que son propensos a producirse en el estado de Hidalgo, dadas sus capacidades y conocimientos actuales, la presente investigación se fundamenta en la teoría de la complejidad económica y métricas adicionales. Los listados que serán presentados no deben considerarse como "verdades absolutas", si no como una serie de propuestas que permitirán a los hacedores de políticas, la formulación de éstas, sustentadas en la premisa de que los productos que están dentro de las cadenas de valor verde, pueden ser un paso importante para lograr una transición verde y la descarbonización mundial.

En la presente sección se especifica la metodología empleada para identificar las oportunidades de diversificación que tiene el estado de Hidalgo, relacionadas con las exportaciones a nivel de producto dentro del sistema armonizado (HS), así como las oportunidades productivas a través de industrias dentro del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN).

Las métricas empleadas en la presente investigación se describen a continuación. La ventaja comparativa revelada (VCR) compara la proporción de un determinado producto con el total de exportaciones mundiales de dicho producto. Si el valor resultante es mayor a 1 indica que el país lo está exportando, lo que refiere que el país se ha especializado en la producción y exportación de un bien determinado (Romero et al., 2024).

$$VCR_{cp} = \frac{x_{cp} / \sum_p x_{cp}}{\sum_r x_{cp} / \sum_c \sum_p x_{cp}} \quad (1)$$

Donde x_{cp} es la exportación del producto p del país c

Hidalgo et al., (2007) estudian las conexiones entre los productos y su ubicación geográfica, establecen que los bienes que se relacionan entre sí requieren de capacidades similares y son más propensos a producirse en la misma región. Esta métrica permite predecir qué bienes son tendentes a desarrollarse o desaparecer según la ubicación geográfica. Los productos que requieren capacidades e insumos similares estarán relacionados, entonces, las regiones con mayor concentración de bienes relacionados, tendrá más probabilidades de producir nuevos bienes similares (Balland et al., 2019; Boschma, 2017; Boschma & Frenken, 2011; Hidalgo, 2018; Hidalgo et al., 2007). La métrica se define como la probabilidad condicional mínima de un par de productos de ser co-exportados por una misma región. Se emplea bajo la premisa de que productos "similares" son propensos a desarrollarse en una misma región, pues requieren de capacidades "similares" (Hidalgo et al., 2007).

$$\varphi_{ij} = \min\left(P(VCR_i > 1 | VCR_j > 1), P(VCR_j > 1 | VCR_i > 1)\right) \quad (2)$$

La métrica de afinidad indica si una economía tiene posibilidades de transitar a nuevos productos similares a los que ya produce dadas las capacidades requeridas en la producción de un bien y las capacidades actuales. Si una economía tiene mayor concentración de productos relacionados, las probabilidades de introducir nuevos productos se verán incrementadas. Es decir, mide la similitud entre las capacidades productivas del país y las correlaciona con la probabilidad de desarrollar competitividad futura (Hidalgo et al., 2007).

$$\omega_j^r = \frac{\sum_i \rho_i^r \varphi_{ij}}{\sum_i \varphi_{ij}} \quad (3)$$

El Índice de Complejidad del Producto (PCI) cuantifica el nivel de sofisticación de los productos, es decir, la intensidad del conocimiento resulta una herramienta útil para evaluar las capacidades productivas de una región a través de la geografía económica (Hidalgo & Hausmann, 2009). Se define una matriz binaria (M) de país-producto. Si la $VCR > 1$ cada elemento de la matriz es = 1, entonces si la $VCR < 0$ el elemento de la matriz será = 0. Posteriormente, la diversidad de cada país resulta de la suma de las filas, es decir, indicará en cuantos bienes es competitiva determinada región. La suma de las columnas determinará la ubicuidad del producto, es decir, cuantos países producen un bien determinado.

$$S_{cci} = \sum_p \frac{M_{rp} M_{r'p}}{u_p} \quad (4)$$

La distancia entre productos busca reflejar la capacidad de desarrollar un producto en el futuro, basado en la similitud de conocimientos, es decir, si los productos requieren de capacidades similares estarán "cerca", mientras que si las capacidades son distintas estarán "lejos". El valor de la distancia va de 0 a 1.

$$D = 1 - \frac{\sum_i \rho_i^r \varphi_{ij}}{\sum_i \varphi_{ij}} \quad (5)$$

5.3.1 Datos

A partir de la información brindada por el GrowthLab (2024) y su listado de 210 productos que pertenecen a las 10 cadenas de valor verdes: vehículos eléctricos, bombas de calor, hidrógeno verde, energía eólica, energía solar, energía hidroeléctrica, energía nuclear, baterías, red eléctrica y minerales críticos. Además de la información contenida en DataMéxico (2024), sobre la frontera de diversificación por producto, por entidad federativa y por año, es posible identificar el valor de las exportaciones de los productos, la métrica de afinidad, la VCR y el PCI y reconocer la estructura productiva del Estado de Hidalgo para promover la descarbonización.

Para reconocer las oportunidades de diversificación exportadora, se obtuvieron los datos de DataMéxico (2024) de afinidad y complejidad por producto a 4 dígitos del Sistema Armonizado (HS-2012) del año 2023, en los que se puede reconocer el valor de las exportaciones, la afinidad del producto, VCR y el PCI y posteriormente vincularlos con los 210 productos pertenecientes a las cadenas de valor verde propuestos por el GrowthLab (2024). Lo anterior permite reconocer específicamente los bienes que se producen en el estado, así como sus exportaciones y sus adyacencias.

Posteriormente, para identificar las oportunidades de diversificación productiva, se realizó una homologación de los datos de las cadenas de valor verde que se encuentran en el sistema armonizado al SCIAN, lo anterior con la finalidad acceder a la información que contiene DataMéxico (2024) y alineados con la propuesta de Gómez-Zaldívar et al., (2024) usando métricas adicionales para el ICE en México.

Se obtuvieron datos del segundo semestre del 2024 sobre la frontera de diversificación por industria en los 84 municipios del estado de Hidalgo, obteniendo información de la VCR, afinidad, número de empleados y el Índice de Complejidad de la Industria (ACI), esto con la finalidad de reconocer las capacidades actuales de las industrias a nivel municipal.

Las actividades anteriores, permitieron reconocer las cadenas de valor verde actuales a nivel de producto (HS) así como a nivel industrial (SCIAN). En la tabla 5.1 se muestran las variables, clasificación, sistema de clasificación y fuente de los datos obtenidos.

Tabla 5.1 *Variables y fuentes de datos*

Datos	Clasificación	Sistema de clasificación	Fuente
Cadenas de valor verde	Producto	HS	GrowthLab (2024)
Exportaciones promedio	Producto	HS	DataMéxico (2024)
Afinidad			
Índice de Complejidad de Producto			
Afinidad	Industria	SCIAN	
VCR			
ACI			

Fuente: elaboración propia.

5.3.2 Oportunidades de diversificación

Para reconocer las oportunidades de diversificación exportadora hacia la producción de bienes pertenecientes a las cadenas de valor verde propuestas por el GrowthLab (2024). Se han seguido las propuestas de Hartmann et al. (2019) en el que identifican estrategias de diversificación inteligente para Paraguay y las aportaciones de Romero et al., (2024) para el planteamiento de estrategias de diversificación.

Con lo anterior se establecen estrategias de diversificación factibles para el Estado de Hidalgo, se divide en dos momentos, las estrategias de diversificación exportadora (producto) y las estrategias de diversificación productiva (industria).

Las estrategias de diversificación exportadora buscan identificar oportunidades de diversificación de bienes que están dentro de las cadenas de valor verde que actualmente son exportadas en el estado de Hidalgo, tomando como base las capacidades actuales de la región y con ello la identificación de productos cercanos a la estructura productiva actual, para brindar un listado de

los posibles productos. Siguiendo la propuesta de Pérez-Hernández et al., (2025) se establecen 3 estrategias de diversificación factibles que se describen en la tabla 5.2.

Tabla 5.2 Estrategias para oportunidades de diversificación exportadora

Estrategia	Criterio	Parámetros	Descripción	Fuente
E1	Mantenimiento	$VCR \leq 1.5$	Hace evidente la importancia de mantener la producción de bienes de las cadenas de valor verde	Romero et al., (2024)
E2	Capacidades relacionadas	Afinidad ≥ 0.10	Se enfoca en los productos de las cadenas de valor verde que son afines, indica la probabilidad de exportación de dichos productos en el futuro.	Hartmann et al., (2019)
E3	Inercia comercial	$0.50 \leq VCR < 1$	Identifica los productos de la cadena de valor verde en los que aún no se especializa, pero tiene cierto nivel de exportaciones	Hartmann et al., (2019)

Fuente: elaboración propia.

Para determinar las estrategias de diversificación productiva se ha tomado como referencia al estudio realizado por Barrios et al., (2018) en el que realiza un reporte de complejidad económica para Baja California, México para identificar de industrias cercanas a la estructura productiva actual y sus capacidades. Se identifican las industrias con posibilidades de diversificación productiva, tomando en cuenta la distancia entre producto, el ACI y la VCR, cada variable se normaliza y se le asignan ponderaciones diferentes que se describen a continuación (Tabla 5.3). De cada estrategia se realiza un listado según su puntuación (de mayor a menor) en cada una de ellas se identifican 2 municipios que puede desarrollarlos en el futuro dadas sus capacidades actuales.

Tabla 5.3 Estrategias para oportunidades de diversificación productiva

Estrategia	Criterio	Ponderaciones	Descripción	Fuente
E1	Especialización	20 % Distancia 20 % ACI 60% VCR	Identifica industrias con cierto nivel de exportaciones	Barrios et al., (2018)
E2	Balance	50% Distancia 25% ACI 25% VCR	Identifica industrias con viabilidad y oportunidad	
E3	Alcance	70% Distancia 10% ACI 20 % VCR	Identifica industrias cercanas a la base de conocimiento actual	

Fuente: elaboración propia.

Las actividades anteriores permiten reconocer las oportunidades de diversificación exportadora y productiva, es decir, será posible identificar específicamente los productos a los que se puede transitar, así como las industrias, especificando dos municipalidades que son más propensas a desarrollarlas competitivamente.

5.4 Resultados

En la presente sección se describen los resultados, primero se puntualizan los productos de las cadenas de valor verde para Hidalgo, posteriormente las oportunidades de diversificación exportadora bajo 3 estrategias (mantenimiento, capacidades relacionadas e inercia comercial) y por último las oportunidades de diversificación productiva bajo 3 estrategias (especialización, balance y alcance) en los que se muestra además los dos municipios donde su producción será más factible.

5.4.1 Cadenas de valor verde para Hidalgo

De los 210 productos pertenecientes a las cadenas de valor verde, el estado de Hidalgo cuenta con algún atributo de VCR, PCI o exportaciones en 136 productos que pueden ser útiles para descarbonizar la producción mundial y lograr una transición energética. En la tabla 5.4 se muestra una representación de los productos antes mencionados.

Tabla 5.4 *Productos de cadenas de valor verde en Hidalgo*

Producto	Nombre	Sección	Exportaciones ▼	Afinidad	VCR	PCI	Cadena de valor verde
8504	Transformadores eléctricos	Máquinas	249 965 552	1,00	74,42	0,67	vehículos eléctricos/hidrógeno verde/energía eólica/energía solar/red eléctrica/bombas de calor
8708	Partes de vehículos de motor	Transporte	32 344 443	1,00	3,13	1,28	vehículos eléctricos
8413	Bombas para líquidos	Máquinas	24 433 736	1,00	13,47	1,26	vehículos eléctricos/hidrógeno verde/energía nuclear/baterías
8545	Artículos de carbono para uso eléctrico.	Máquinas	11 750 822	1,00	63,19	0,71	vehículos eléctricos/hidrógeno verde/baterías
8716	Remolques y semirremolques	Transporte	9 082 970	1,00	10,17	0,74	hidrógeno verde
3926	Otras manufacturas de plástico	Plástico y caucho	5 389 041	1,00	2,22	1,08	vehículos eléctricos/red eléctrica
7309	Tanques etc. > 300 litros, de hierro o acero.	Metales	4 842 054	1,00	46,35	0,02	hidrógeno verde/red eléctrica
7019	fibras de vidrio	Piedra y cristal	3 884 407	1,00	10,24	0,77	vehículos eléctricos/energía eólica/baterías/red eléctrica
7308	Estructuras y sus partes, de hierro o acero.	Metales	3 753 624	1,00	2,48	0,59	energía eólica/energía nuclear/bombas de calor
7318	Tornillos y artículos similares, de hierro o acero.	Metales	3 611 367	1,00	2,93	1,75	hidrógeno verde
6815	Manufacturas de piedra o de otras sustancias minerales	Piedra y cristal	3 416 245	1,00	15,26	0,92	vehículos eléctricos/hidrógeno verde/energía eólica/baterías/red eléctrica
8428	Otra maquinaria de elevación	Máquinas	2 369 397	1,00	2,79	1,22	energía nuclear
8483	Ejes de transmisión	Máquinas	1 617 041	0,11	0,97	1,61	vehículos eléctricos/energía eólica/energía solar/bombas de calor
8421	Centrífugas	Máquinas	1 200 026	0,13	0,54	1,28	vehículos eléctricos/hidrógeno verde/energía nuclear
8503	Piezas para uso con generadores eléctricos.	Máquinas	1 101 326	1,00	1,91	0,70	vehículos eléctricos/energía eólica/energía hidroeléctrica/minerales críticos
9027	Instrumentos para análisis físicos o químicos.	Transporte	954 586	0,07	0,68	1,93	vehículos eléctricos/hidrógeno verde
8414	Bombas, compresores, ventiladores, etc.	Máquinas	872 412	0,10	0,40	1,67	vehículos eléctricos/hidrógeno verde/energía eólica/energía nuclear/baterías/bombas de calor
8423	Maquinaria de pesaje	Máquinas	819 476	1,00	6,65	1,03	energía nuclear
8481	Aparatos para válvulas controladas termostáticamente.	Máquinas	672 340	0,11	0,26	1,59	vehículos eléctricos/hidrógeno verde/energía hidroeléctrica/energía nuclear/bombas de calor
3923	Tapas de embalaje	Plástico y caucho	645 544	0,14	0,39	-0,08	vehículos eléctricos

Fuente: Elaboración propia. Consulta los 136 productos en el tablero interactivo: <https://datawrapper.dwcdn.net/PoSfV/8/>

Se detectaron productos que están dentro de diversas cadenas de valor que podrían situar al estado de Hidalgo en el camino hacia la descarbonización, bienes dentro de las cadenas de valor verde de; hidrógeno verde, energía eólica, energía solar, energía nuclear, energía hidroeléctrica, red eléctrica, bombas de calor, baterías y materiales críticos y en su mayoría de la cadena de valor de vehículos eléctricos.

Son productos que tienen VCR, además de contar con mayores valores de las exportaciones y con PCI mayor a 0.5. Del sector de Instrumentos, termómetros e hidrómetros (9025), del sector Máquinas, transformadores eléctricos (8504), artículos de carbón para fines eléctricos (8545),

bombas para líquidos (8413), partes de motores eléctricos y generadores (8503), otras máquinas de elevación (8428), aparatos e instrumentos de pesar (8423) y aparatos para corte (8525).

Del sector de Metales, resortes de hierro o acero (7320), construcciones y sus partes (7308) y tornillos y artículos similares de hierro y acero (7318) del sector de Transporte, partes de vehículos automotores (8708), remolques y semi remolques (8716), del sector de Plástico y caucho, otros artículos de plástico (3926) y del sector de Piedra y Cristal fibras de vidrio (7019) y artículos de piedra o de otras sustancias minerales (6815). El listado de productos, así como sus atributos se puede observar en la tabla 5.5.

Tabla 5.5 Fortalezas actuales en Hidalgo

Producto	Nombre	Sección	Exportaciones	Afinidad	VCR	PCI	Cadena de valor verde
8504	Transformadores eléctricos	Máquinas	249 965 552	1,00	74,42	0,67	vehículos eléctricos/hidrógeno verde/energía eólica/energía solar/red eléctrica/bombas de calor
8545	Artículos de carbono para uso eléctrico.	Máquinas	11 750 822	1,00	63,19	0,71	vehículos eléctricos/hidrógeno verde/baterías
7309	Tanques etc. > 300 litros, de hierro o acero.	Metales	4 842 054	1,00	46,35	0,02	hidrógeno verde/red eléctrica
6815	Manufacturas de piedra o de otras sustancias minerales	Piedra y cristal	3 416 245	1,00	15,26	0,92	vehículos eléctricos/hidrógeno verde/energía eólica/baterías/red eléctrica
8413	Bombas para líquidos	Máquinas	24 433 736	1,00	13,47	1,26	vehículos eléctricos/hidrógeno verde/energía nuclear/baterías
7019	fibras de vidrio	Piedra y cristal	3 884 407	1,00	10,24	0,77	vehículos eléctricos/energía eólica/baterías/red eléctrica
8716	Remolques y semirremolques	Transporte	9 082 970	1,00	10,17	0,74	hidrógeno verde
8423	Maquinaria de pesaje	Máquinas	819 476	1,00	6,65	1,03	energía nuclear
7311	Contenedores para gas comprimido o licuado.	Metales	549 000	1,00	4,94	-0,52	bombas de calor/hidrógeno verdes
8708	Partes de vehículos de motor	Transporte	32 344 443	1,00	3,13	1,28	vehículos eléctricos
7318	Tornillos y artículos similares, de hierro o acero.	Metales	3 611 367	1,00	2,93	1,75	hidrógeno verde
8428	Otra maquinaria de elevación	Máquinas	2 369 397	1,00	2,79	1,22	energía nuclear
7308	Estructuras y sus partes, de hierro o acero.	Metales	3 753 624	1,00	2,48	0,59	energía eólica/energía nuclear/bombas de calor
3926	Otras manufacturas de plástico	Plástico y caucho	5 389 041	1,00	2,22	1,08	vehículos eléctricos/red eléctrica
8503	Piezas para uso con generadores eléctricos.	Máquinas	1 101 326	1,00	1,91	0,70	vehículos eléctricos/energía eólica/energía hidroeléctrica/minerales críticos
8535	Aparatos eléctricos para > 1kV	Máquinas	329 110	1,00	1,45	0,70	hidrógeno verde/energía solar/energía hidroeléctrica/red eléctrica
7320	Muelles de hierro o acero.	Metales	266 109	1,00	1,36	1,13	vehículos eléctricos
9025	Termómetros, hidrómetros, etc.	Transporte	241 731	1,00	1,18	1,00	vehículos eléctricos/hidrógeno verde

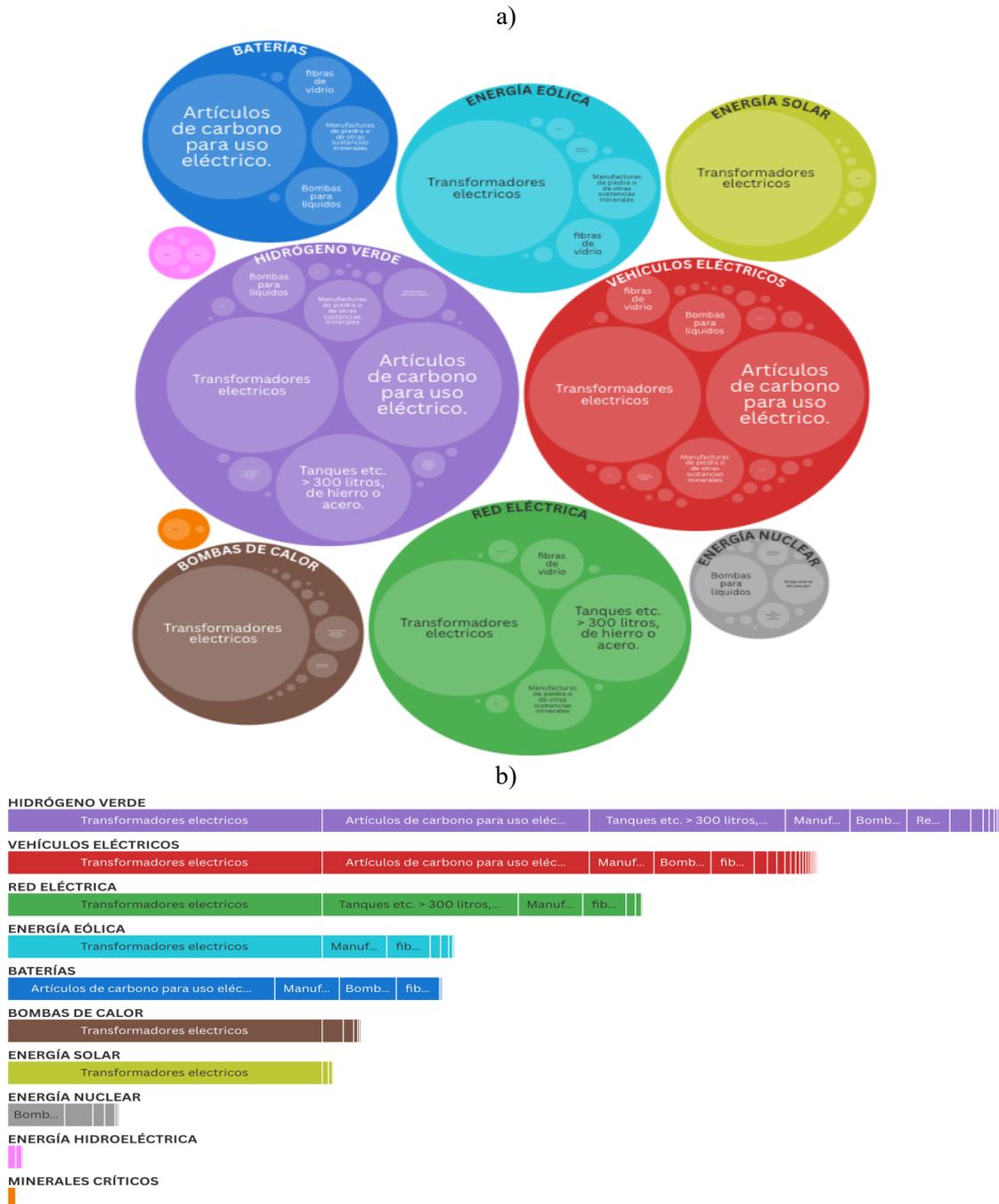
Fuente: Elaboración propia. Consulta el tablero interactivo: <https://datawrapper.dwcdn.net/HfIPD/1/>

En cuanto a las cadenas de valor verde para el estado de Hidalgo, se identificaron los productos antes mencionados y la cadena de valor a la que pertenecen, en la figura 5.2 se pueden observar las cadenas de valor, así como los productos que las componen. En la figura 5.2-a, cada círculo corresponde a una cadena de valor propuesta por el GrowthLab (2024) y sus componentes para el estado de Hidalgo. Los círculos interiores representan cada uno de los productos dentro de la cadena de valor, su tamaño está en función de la VCR del producto. De igual manera, en la figura 5.2-b se enlistan las cadenas de valor verde para Hidalgo, en ellas se distingue el tamaño de las exportaciones a través del tamaño de las barras.

En ambas figuras se puede observar que en la mayoría de las barras y círculos se encuentran los Transformadores de Potencia, convertidores estáticos e inductores (transformadores eléctricos) (8504), además, fue el producto con mayor nivel de ventas internacionales en el 2023 en el estado, siendo la entidad que mayor VCR posee para su elaboración (DataMéxico, 2024).

Los transformadores eléctricos (8504) son parte de las cadenas de valor: vehículos eléctricos, hidrógeno verde, energía eólica, energía solar, red eléctrica y bombas de calor. Representan un producto esencial para lograr eficiencia energética y disminuir el impacto ambiental debido a que permiten ahorros significativos de energía, fomentan reducción de pérdidas energéticas durante la transmisión y distribución eléctrica. Según *United for Efficiency* (2019) refieren que las economías en desarrollo deben adoptar políticas que fomenten la adquisición de productos energéticamente eficientes, tal es el caso de los transformadores eléctricos, por ello se debe fomentar su producción y uso, pues se estima que, al año, aproximadamente el 5% de la electricidad se pierde gracias a el uso de transformadores ineficientes.

Figura 5.2 Cadenas de valor verde exportadora en Hidalgo

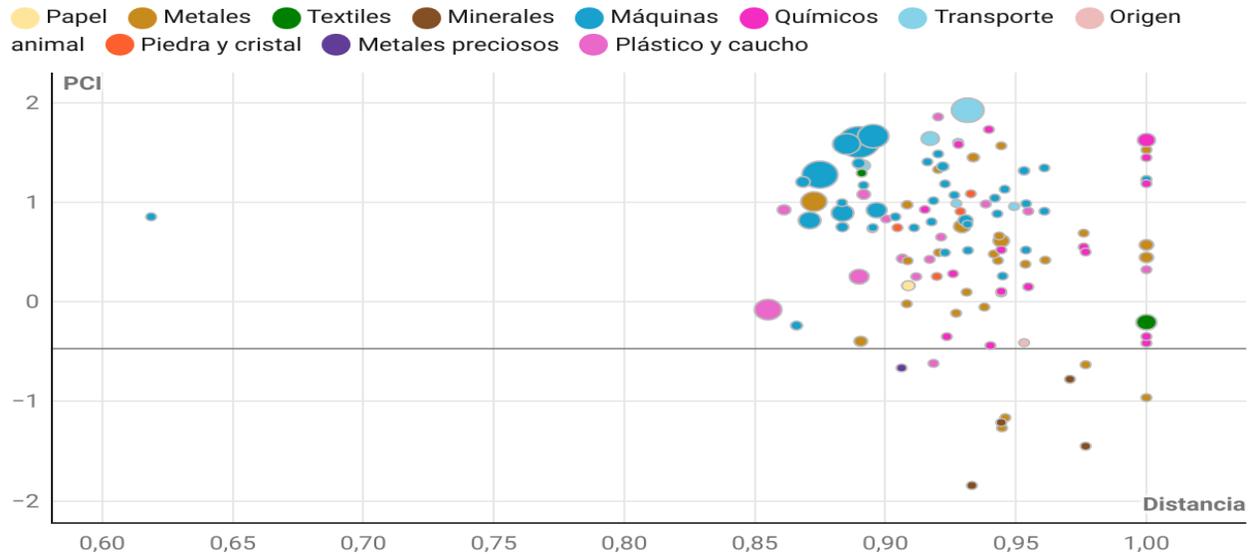


Nota. En la figura a el tamaño de los nodos está en función de la VCR, en la figura b el tamaño de las barras está en función de las exportaciones mundiales. Fuente: Elaboración propia con base en Growth Lab (2024). Consulta: <https://public.flourish.studio/story/2826872/>

Asimismo, se detectaron las oportunidades de crecimiento en Hidalgo, en el eje de las abscisas se encuentra la distancia, valor que va de 0 a 1, un valor inferior refleja la similitud en conocimientos y la "cercanía", un valor cercano a 1 indica la "lejanía" para producir en bien en el futuro. En la figura 5.3 se observa que el producto más "cercano" a la estructura productiva actual del estado de Hidalgo son los Circuitos impresos electrónicos (PCB) (8534) perteneciente a la cadena de valor de bombas de calor.

Los PCB proporcionan conexiones eléctricas seguras y eficientes, permiten el control electrónico de las bombas de calor, permiten integrar sensores de temperatura, flujo y presión, ayudan a reducir el consumo eléctrico, por lo que ayudan a reducir el impacto ambiental (Ruiz & Acevedo, 2018). Otro producto potencial son las Tapas de embalaje (3923) de la cadena de valor de vehículos eléctricos, dicho bien permite los residuos de plástico, en los automóviles eléctricos pueden ser usados para sustituir componentes metálicos, así como en las carcasas de las baterías (ABS, 2024; Castro, 2025).

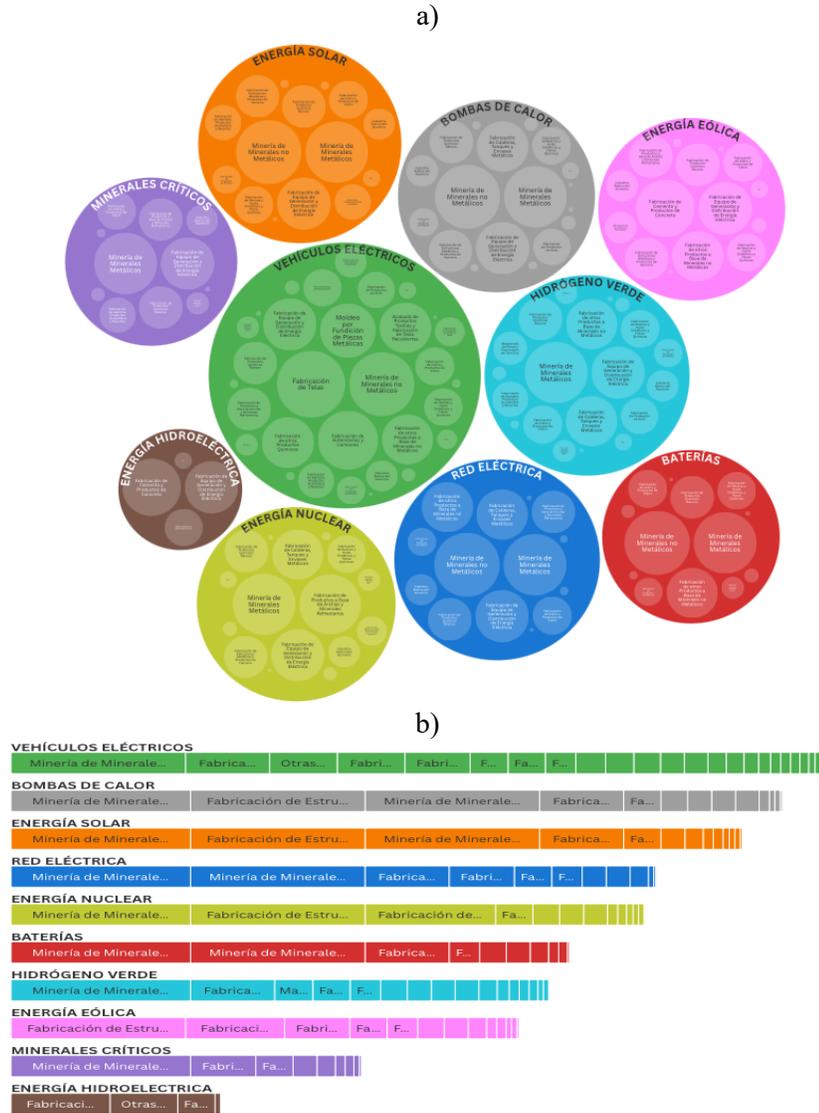
Figura 5.3 Oportunidades potenciales de crecimiento en Hidalgo



Nota. En la figura el tamaño de los nodos está en función de las exportaciones, en el eje de las abscisas se encuentra la distancia y en el eje de las ordenas el PCI, el color está en función del sector al que pertenece, el tamaño de los nodos corresponde al nivel de exportaciones. Fuente: Elaboración propia con base en Growth Lab (2024). Consulta: <https://datawrapper.dwcdn.net/6eBoQ/7/>

Con respecto a las cadenas de valor verde productiva en el estado de Hidalgo, se puede observar la figura 5.4. En la figura 5.4-a se encuentran las industrias presentes en las cadenas de valor verde, cada círculo corresponde a una cadena de valor y los círculos interiores representan industrias dentro del SCIAN, su tamaño está en función de su VCR. En la figura 5.4-b el tamaño de las barras representa el número de empleados por industria.

Figura 5.4 Cadenas de valor verde productiva en Hidalgo



Nota. En la figura a el tamaño de los nodos está en función de la VCR, en la figura b el tamaño de las barras está en función del número de empleados. Fuente: Elaboración propia con base en Growth Lab (2024). Consulta: <https://public.flourish.studio/story/2832167/>

En las cadenas de valor productiva de Hidalgo, se puede observar que la industria que mayor VCR posee y que además mayor número de empleados tiene es la Minería de minerales metálicos, seguido de la Minería de minerales no metálicos. Se detectó que la Fabricación de estructuras metálicas y productos de herrería (3323), está presente en 77 municipios, Otras industrias manufactureras (3399) se encuentra presente en 50 municipios, seguido de Fabricación de cemento y productos de concreto (3273) con presencia en 48 municipalidades.

Tulancingo de Bravo es el municipio que cuenta con más industrias dentro de las cadenas de valor verde, en su mayoría dentro de vehículos eléctricos. En específico en la Fabricación de telas (3132), es la industria que más empleados tiene en la región, con más 400 trabajadores y con VCR > 1. Otro municipio con más industrias de cadenas de valor verde, específicamente de vehículos eléctricos es Pachuca de Soto, la Minería de minerales metálicos (2122) emplea a más de 1000 personas y tienen VCR > 1.

La presente sección, permitió reconocer las cadenas de valor verde en el Estado de Hidalgo, a través de las oportunidades de diversificación exportadora, para identificar sus componentes a nivel producto y con ello reconocer las capacidades actuales y oportunidades de diversificación a través de las exportaciones, afinidad y VCR.

En el caso de las oportunidades de diversificación productiva permite reconocer las cadenas de valor verde en el estado a nivel industrial, para explorar las capacidades disponibles a nivel municipal y con ello la posible generación de estrategias apalancándose de las capacidades actuales, a través de métricas de la complejidad de la industria, afinidad, VCR y número de empleados.

5.4.2 Oportunidades de diversificación exportadora hacia cadenas de valor verdes

Siguiendo la metodología antes mencionada, se desarrollaron 3 estrategias 1) Mantenimiento, 2) Capacidades relacionadas e 3) Inercia comercial. En total se sugieren 34 bienes dentro de las cadenas de valor verde para su producción en Hidalgo. En el caso de la estrategia de

mantenimiento, evidencia la importancia de mantener la producción dadas las capacidades actuales (Romero et al., 2024), se propone la fabricación de 15 bienes.

En el caso de la estrategia de capacidades relacionadas, toma los bienes con afinidad ≥ 0.10 enfocándose en los productos afines, que, de acuerdo con Hartmann et al., (2019) tienen posibilidades de ser exportados en el futuro. Dentro de dicha estrategia se proponen 34 bienes. Para identificar los productos en los que aún no se tiene especialización en el estado de Hidalgo, pero que tienen cierto nivel exportaciones (Hartmann et al., 2019) se proponen 5 productos. En la tabla 5.6, se enlistan todas las oportunidades de diversificación exportadora en Hidalgo.

Tabla 5.6 Oportunidades de diversificación exportadora en Hidalgo

E1	E2	E3	Producto	Nombre	Sección	Exportaciones	Afinidad	VCR	PCI	Cadena de valor verde
x			9031	Instrumentos de medida o control.	Transporte	225 656	0,12	0,16	1,64	vehículos eléctricos
x	x		9027	Instrumentos para análisis físicos o químicos.	Transporte	954 586	0,13	0,68	1,93	vehículos eléctricos/hidrógeno verde
x			9026	Instrumentos para medir propiedades de líquidos o gases.	Transporte	96 543	0,13	0,15	1,60	hidrógeno verde
x			9025	Termómetros, hidrómetros, etc.	Transporte	241 731	1,00	1,18	1,00	vehículos eléctricos/hidrógeno verde
x	x		8716	Remolques y semirremolques	Transporte	9 082 970	1,00	10,17	0,74	hidrógeno verde
x	x		8708	Partes de vehículos de motor	Transporte	32 344 443	1,00	3,13	1,28	vehículos eléctricos
x	x		8545	Artículos de carbono para uso eléctrico.	Máquinas	11 750 822	1,00	63,19	0,71	vehículos eléctricos/hidrógeno verde/baterías
x			8536	Aparatos eléctricos para < 1kV	Máquinas	53 827	0,13	0,02	0,75	vehículos eléctricos
x			8535	Aparatos eléctricos para > 1kV	Máquinas	329 110	1,00	1,45	0,70	hidrógeno verde/energía solar/energía hidroeléctrica/red eléctrica
x			8517	Teléfonos y otros aparatos de comunicación.	Máquinas	113 654	0,10	0,01	0,82	vehículos eléctricos
x	x		8504	Transformadores eléctricos	Máquinas	249 965 552	1,00	74,42	0,67	vehículos eléctricos/hidrógeno verde/energía eólica/energía solar/red eléctrica/bombas de calor
x	x		8503	Piezas para uso con generadores eléctricos.	Máquinas	1 101 326	1,00	1,91	0,70	vehículos eléctricos/energía eólica/energía hidroeléctrica/minerales críticos
x	x		8483	Ejes de transmisión	Máquinas	1 617 041	0,13	0,97	1,61	vehículos eléctricos/energía eólica/energía solar/bombas de calor
x			8482	Rodamientos de bolas o de rodillos	Máquinas	14 685	0,11	0,02	1,32	vehículos eléctricos/energía eólica/energía solar/energía hidroeléctrica/bombas de calor
x			8471	Computadoras y otras unidades de procesamiento.	Máquinas	38 685	0,10	0,00	1,36	minerales críticos
x	x		8428	Otra maquinaria de elevación	Máquinas	2 369 397	1,00	2,79	1,22	energía nuclear
x	x		8423	Maquinaria de pesaje	Máquinas	819 476	1,00	6,65	1,03	energía nuclear
x	x		8421	Centrifugas	Máquinas	1 200 026	0,38	0,54	1,28	vehículos eléctricos/hidrógeno verde/energía nuclear
x	x		8413	Bombas para líquidos	Máquinas	24 433 736	1,00	13,47	1,26	vehículos eléctricos/hidrógeno verde/energía nuclear/baterías
x			8409	Piezas adecuadas para su uso con motores de encendido por chispa	Máquinas	97 866	0,27	0,06	1,21	vehículos eléctricos/energía nuclear

Fuente: Elaboración propia. Consulta los 34 productos en el tablero interactivo: <https://datawrapper.dwcdn.net/kOVg2/3/>

En la tabla anterior se enlistan los productos en los que se especifica la estrategia a la que pertenecen, el código del producto en HS, nombre, sección, nivel de exportaciones, afinidad, VCR, PCI y la cadena de valor verde a la que pertenecen. Dentro de las estrategias de mantenimiento y capacidades relacionadas, se enlistan productos con $VCR > 1$ y $PCI > 1$ y pertenecen a la cadena de valor de energía nuclear la Otra maquinaria de elevación (8428), Maquinaria de pesaje (8423), y a la cadena de hidrógeno verde los Tornillos y artículos similares, de hierro o acero (7318), a la cadena de valor de vehículos eléctricos pertenecen Otras manufacturas de plástico (3926). Además, en la misma cadena de valor, por su nivel de exportaciones destacan las Partes de vehículos de motor (8708) y Bombas para líquidos (8413).

En cuanto a productos dentro de las estrategias de capacidades relacionadas e inercia comercial, se encuentran los Ejes de transmisión (8483), Lubricantes (3403), Instrumentos para análisis físicos o químicos (9027) y Centrífugas (8421) todos pertenecientes a la cadena de valor de vehículos eléctricos.

Se observó que Hidalgo puede transitar a la producción de al menos un producto dentro de las cadenas de valor verde, sin embargo, la cadena de valor con las que más productos cuenta, es la correspondiente a los vehículos eléctricos, en este sentido, se considera que transitar al uso de vehículos eléctricos es imprescindible para la sostenibilidad de las regiones, a pesar de ello existen deficiencias en los componentes de los automóviles, así como de la infraestructura para recargas (Frías & Román, 2019).

Los principales productores de automóviles en Latinoamérica son Brasil, Argentina y México, este último con elevada productividad y exportación, impera la producción de utilitarios y camionetas, asimismo, México es lidera la comercialización de vehículos eléctricos con gran variedad de marcas, debido a diversas regulaciones que lo incentivaron. La producción de vehículos eléctricos presentan un alto nivel de desarrollo tecnológico y su desarrollo y comercialización se está fomentando por los beneficios que pueden brindar al medioambiente, a través de políticas, incentivos y regulaciones (Dulcich et al., 2019).

5.4.3 Oportunidades de diversificación productiva hacia cadenas de valor verdes

Siguiendo la metodología antes mencionada, se desarrollaron 3 estrategias 1) Especialización, 2) Balance y 3) Alcance. En total se sugieren 31 industrias dentro de las cadenas de valor verde para su producción en Hidalgo. Todas con 2 opciones municipales ordenadas en función de su importancia por estrategia. En la tabla 5.7 se observan las industrias que están dentro de las cadenas de valor verde, así como el índice de complejidad de la industria, el ranking por estrategia, así como las 2 principales opciones municipales por industria.

En el presente análisis se reitera que la cadena de valor verde que más industrias tiene es la de vehículos eléctricos, la industria manufacturera es predominante, en cuanto al ranking, las estrategias 1 y 2 son iguales, a pesar de ello, las opciones municipales cambian. La estrategia 3 difiere de las anteriores en cuanto a ranking y municipios.

Se puede destacar que la Fabricación de otros productos químicos (3259) en Ajacuba, es la industria que su VCR se acerca a 1 ($VCR = 0.97$), asimismo, la Fabricación de estructuras metálicas y productos de herrería (3323) en Tulancingo de Bravo, es la industria con mayor afinidad (0.53), en el mismo municipio, la industria con mayor nivel de ACI es la Fabricación de equipo de comunicación (3342). La industria que mayor número de empleados tiene es la Fabricación de estructuras metálicas y productos de herrería (3323) en el municipio de Pachuca de Soto.

Como menciona Barrios et al., (2018) la identificación de municipios no debe ser entendido como verdad definitiva, es el trabajo de aplicación de diversas ponderaciones que están sujetas a modificaciones y discusión.

Relacionado con las estrategias y las municipalidades propuestas, se sugiere incentivar 31 industrias únicamente en 33 municipios de 84 que conforman al estado de Hidalgo, Tulancingo de Bravo, es la opción municipal más recurrente, seguido de Ixmiquilpan y la capital hidalguense.

Tabla 5.7 Oportunidades de diversificación productiva en Hidalgo

Código (NAICS)	Complejidad de la industria	Nombre	Cadena de valor verde	Ranking E1	1° opción municipal E1	2° opción municipal E1	Ranking E2	1° opción municipal E2	2° opción municipal E2	Ranking E3	1° opción municipal E3	2° opción municipal E3
3327	0.53	Maquinado de piezas y fabricación de tornillos	hidrógeno verde	1	San Salvador	Mixquiahuala de Juárez	1	San Salvador	El Arenal	4	San Salvador	El Arenal
3315	0.95	Moldeo por fundición de piezas metálicas	vehículos eléctricos	2	Mineral del Monte	Zapotlán de Juárez	2	Mineral del Monte	Zempoala	1	Mineral del Monte	Zempoala
3222	0.32	Fabricación de productos de cartón y papel	vehículos eléctricos	3	Omitlán de Juárez	Jaltocán	3	Omitlán de Juárez	Chilcuautla	2	Omitlán de Juárez	Chilcuautla
3259	-0.24	Fabricación de otros productos químicos	vehículos eléctricos	4	Ajacuba	Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero	4	Ajacuba	Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero	6	Ajacuba	Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero
3332	0.63	Fabricación de maquinaria y equipo para las industrias manufactureras, excepto la metalmecánica	Hidrógeno verde/vehículos eléctricos/energía nuclear/baterías/minerales críticos/bombas de calor	5	Tulancingo de Bravo	Ixmiquilpan	5	Ixmiquilpan	Tulancingo de Bravo	5	Ixmiquilpan	Tulancingo de Bravo
3256	0.50	Fabricación de jabones, limpiadores y preparaciones de tocador	vehículos eléctricos	6	Mixquiahuala de Juárez	Tasquillo	6	Tasquillo	Mixquiahuala de Juárez	3	Tasquillo	Mixquiahuala de Juárez
3363	0.45	Fabricación de partes para vehículos automotores	vehículos eléctricos/energía nuclear/hidrógeno verde/energía eólica/baterías/bombas de calor	7	Tolcayuca	Mineral de la Reforma	7	Tolcayuca	Tlanalapa	10	Tolcayuca	Atotonilco de Tula
3329	1.31	Fabricación de otros productos metálicos	Hidrógeno verde/vehículos eléctricos/bombas de calor/energía nuclear/energía hidroeléctrica/energía solar/energía eólica	8	Atotonilco de Tula	Atotonilco el Grande	8	Atotonilco de Tula	Atotonilco el Grande	7	Atotonilco de Tula	Atotonilco el Grande
3273	-0.95	Fabricación de cemento y productos de concreto	energía eólica/energía hidroeléctrica	9	Zimapán	Ixmiquilpan	9	Zimapán	Pisaflores	28	Zimapán	Pisaflores
3279	-0.73	Fabricación de otros productos a base de minerales no metálicos	vehículos eléctricos/red eléctrica/hidrógeno verde/baterías/energía eólica	10	San Salvador	Mineral del Monte	10	Mineral del Monte	San Salvador	23	Mineral del Monte	San Salvador
3323	-1.29	Fabricación de estructuras metálicas y productos de herrería	energía eólica/energía nuclear/bombas de calor/energía solar	11	Pacula	Metztitlán	11	Pacula	Lolotla	20	Pacula	Lolotla
3161	-0.51	Curtido y acabado de cuero y piel	vehículos eléctricos	12	Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero	Apan	12	Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero	Apan	25	Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero	Apan
3399	-0.93	Otras industrias manufactureras	vehículos eléctricos/energía hidroeléctrica	13	Huautla	Almoloya	13	Almoloya	Huautla	26	Almoloya	Huautla
3362	0.10	Fabricación de carrocerías y remolques	vehículos eléctricos/energía eólica	14	Tlahuelilpan	Ixmiquilpan	14	Tlahuelilpan	Ixmiquilpan	12	Tlahuelilpan	Ixmiquilpan
3326	0.44	Fabricación de alambres productos de alambre y resortes	minerales críticos/hidrógeno verde/vehículos eléctricos/energía solar	15	Cuautepec de Hinojosa	Apan	15	Cuautepec de Hinojosa	Apan	13	Cuautepec de Hinojosa	Apan
3133	-0.71	Fabricación de telas	vehículos eléctricos	16	Zimapán	Pachuca de Soto	16	Zimapán	Pachuca de Soto	16	Zimapán	Pachuca de Soto
3331	0.22	Fabricación de maquinaria y equipo agropecuario, para la construcción y para la industria extractiva	energía nuclear	17	Cuautepec de Hinojosa	Apan	17	Cuautepec de Hinojosa	Apan	14	Cuautepec de Hinojosa	Apan
3345	1.64	Fabricación de instrumentos de medición, control, navegación y equipo médico electrónico	vehículos eléctricos/hidrógeno verde/energía solar/energía nuclear/bombas de calor	18	Tulancingo de Bravo	Mineral de la Reforma	18	Tulancingo de Bravo	Mineral de la Reforma	11	Tulancingo de Bravo	Mineral de la Reforma
3324	0.99	Fabricación de calderas, tanques y envases metálicos	Hidrógeno verde/bombas de calor/energía nuclear/red eléctrica	19	Cuautepec de Hinojosa		19	Cuautepec de Hinojosa		9	Cuautepec de Hinojosa	
3271	-0.98	Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	energía eólica/energía nuclear/vehículos eléctricos/minerales críticos/red eléctrica/energía nuclear	20	Huasca de Ocampo	Mineral del Monte	20	Huasca de Ocampo	Mineral del Monte	19	Huasca de Ocampo	Mineral del Monte

Additional 11 rows not shown.

Creado con Datawrapper

Fuente: Elaboración propia. Consulta las 31 industrias en el tablero interactivo:

<https://datawrapper.dwcdn.net/z57cl/3/>

5.5 Conclusiones

Se identifican los productos e industrias dentro de las cadenas de valor verde en el estado de Hidalgo, conjuntamente se proponen estrategias para detección de oportunidades de diversificación exportadora y productiva, basados en la teoría de la complejidad económica y métricas adicionales con la finalidad de reconocer productos e industrias potenciales dadas las capacidades actuales de la región, para mejorar su economía actual y fomentar el desarrollo de bienes que su uso final promueva una transición energética y descarbonización mundial. Lo anterior puede ser útil para los hacedores de políticas económicas y ambientales orientadas a la transición a una economía verde y el desarrollo sostenible.

Los resultados se pueden resumir de la siguiente manera:

- Hidalgo produce 136 bienes pertenecientes a las cadenas de valor verde
- La entidad posee la mayor VCR nacional en la producción de transformadores eléctricos
- 45 industrias en el estado de Hidalgo son parte de las cadenas de valor verde
- Vehículos eléctricos es la cadena de valor verde preponderante en el estado
- Se sugieren 34 oportunidades de diversificación exportadora
- Se proponen 31 oportunidades de diversificación productiva con 2 opciones municipales por estrategia
- Hidalgo puede aprovechar sus fortalezas en productos e industrias alienadas con las capacidades existentes

De desarrollar las propuestas, se podrá transitar a una economía más amigable con el medioambiente, coinciden con el Plan México, específicamente en el sector automotriz y de electromovilidad, con la producción de vehículos de motor, ejes de transmisión, remolques y piezas para uso con motores. En el sector electrónico y de semiconductores, se incluyen los transformadores eléctricos, aparatos eléctricos, teléfonos y computadoras. En el sector químico, se destaca la producción de lubricantes, en el sector máquinas la producción de bombas, maquinaria de elevación, maquinaria de pesaje y centrífugas.

Para la región hidalguense (región AIFA) el Plan México propone cinco sectores estratégicos: textil y zapatos, farmacéutica y dispositivos médicos, agroindustria, química y petroquímica y aeroespacial. Si bien, las métricas de complejidad y los productos de las cadenas de valor verde no coinciden exactamente con estos sectores en la región, si guardan relación con ellos a nivel general, Bajo los criterios establecidos, los productos identificados presentan un alto potencial de producción local debido a las capacidades y actividad industrias existentes. Por ello, el Plan debería adaptarse a las particularidades del estado. Un ejemplo de esta adaptación es la producción de transformadores eléctricos, ya que Hidalgo cuenta con la mayor VCR del país en dicho producto.

Los productos e industrias propuestos se relacionan con la incorporación de tecnología avanzada, promoviendo la innovación en el estado, la aplicación de nuevos materiales, la potenciación de capacidades locales, el fomento de la especialización y la competitividad. Todo esto relacionado con la Guía Metodológica para la Incorporación de la Ciencia, Tecnología e Innovación del estado.

Los productos y sectores propuestos guardan relación con los sectores estratégicos propuestos en el Plan México, en el sector aeroespacial, agroindustria, automotriz, bienes de consumo, construcción, energía, farmacéutica, infraestructura, logística y química.

Por ello, su desarrollo de las industrias y productos podrá contribuir al Plan México, la innovación, investigación, desarrollo y especialización del estado. Alineado con programas para la protección del medioambiente que permiten la reducción del impacto ambiental, la innovación en materiales y la contribución a la reducción de residuos. Es decir, las propuestas no solo se alinean con los planes nacionales y locales, sino que también pueden ayudar a crear y fortalecer las políticas públicas orientadas al crecimiento económico sostenible y a la innovación tecnológica en el estado.

Como se ha mencionado, cada uno de los listados propuestos, no deben ser considerados como verdades absolutas, si no como una hoja de ruta para la posible promoción de los productos o industrias que permitan apalancarse de las capacidades actuales, por lo que se tomaron en cuenta los productos pues ellos tienen la sensibilidad de exportación y las industrias, para reconocer las capacidades locales.

Para su aplicación se sugiere incentivar la fabricación de componentes de paneles solares y baterías, así como la promoción de parques industriales que fomenten la producción de energías limpias, otro paso importante sería la integración del estado a la cadena de suministro automotriz del centro del país y con ello fortalecer los parques industriales con enfoque de electro movilidad. Para facilitar la implementación se sugiere generar alianzas entre la academia y la industria para la toma de decisiones basadas en datos, brindar créditos verdes e incentivos fiscales, así como la articulación con el Plan Estatal de Desarrollo.

CAPÍTULO 6
INFORME DE POLÍTICA (*POLICY BRIEF*)

6.1 Oportunidades de diversificación verde para México: informe de política

Una propuesta para el crecimiento verde en México requiere identificar qué sectores y productos pueden lograr el crecimiento verde, a través del desarrollo y exportación de productos con beneficios ambientales relacionados con la estructura productiva actual del país, poniendo especial atención a la complejidad de los productos y su afinidad: las propuestas se basan en los conceptos de complejidad económica.

En relación con los problemas ambientales que sufre actualmente el mundo, todos los países deberían apostar por la producción de bienes con beneficios ambientales, México debe diseñar políticas enfocadas en la producción y exportación de productos verdes. **Es imprescindible la producción de bienes complejos y altamente relacionados con la estructura productiva actual del país.** Esos productos se encuentran en sectores que el país debe incentivar pues incrementan la tasa de crecimiento potencial para la nación y están dentro del **Plan México** alineados a los **sectores estratégicos**.

MENSAJES CLAVE

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Es posible el crecimiento económico a través de una economía que cuida al medioambiente.• Los productos con beneficios ambientales son complejos (requieren de altas capacidades).• Especializarse en productos verdes aporta al cuidado del medioambiente y crecimiento económico. | <ul style="list-style-type: none">• Los productos verdes no solo son productos de energías renovables, incluyen diversos productos como los relacionados al tratamiento de aguas residuales y derrames de petróleo y control de la contaminación.• Los productos con beneficios ambientales están presentes en varios sectores productivos. |
|--|---|

MÉXICO

México posee Ventaja Comparativa Revelada en 80 productos con beneficios ambientales.

IMPORTANTE

- En promedio, la complejidad de los productos que actualmente exporta México es de 0.54.
- El producto que más exportaciones promedio presenta (tableros de control de distribución eléctrica) es un producto de complejidad baja.

Con el desarrollo de estos productos México podría transitar a una economía más verde.

EL POTENCIAL

- La especialización actual de México es cercana a productos con beneficios ambientales.
- México presenta oportunidades de diversificación de altos beneficios.

LOS 57 PRODUCTOS

- A partir de los filtros de condiciones mínimas, surgen 57 productos que México es propenso a producir dadas sus capacidades actuales.
- El listado incluye productos de los sectores de: instrumentos, productos químicos, plásticos y caucho, piedras y cristal, metales, máquinas, transporte y otros.
- En su mayoría son productos del sector de máquinas.
- Algunos ejemplos del uso de los productos sugeridos son para remediar derrames de petróleo, tratamiento de aguas residuales, gestión de residuos y monitoreo de emisiones.
- Los productos se clasifican por sus altos beneficios (alta complejidad) y bajos beneficios (baja complejidad).
- Los productos "más recomendados" son los productos de alta complejidad (cuadrante A y B).
- Los productos del cuadrante D son productos de baja complejidad, en México que el PCI es bajo, también estos productos son recomendables para transitar.
- Con el desarrollo de estos productos México podría transitar a una economía más verde.

APORTE PARA POLÍTICAS PÚBLICAS

1. Priorizar productos verdes afines a la estructura productiva actual de México (alta afinidad).
2. Además de impulsar la producción de los 57 bienes con beneficios ambientales, impulsar aquellos productos actuales “cercaños” a productos verdes.
3. Complementar los productos con un análisis sectorial y estatal de productos, poniendo especial atención en las capacidades de cada estado.
4. Incentivar producción de bienes amigables con el medioambiente.
5. Incorporar evaluación continua sobre la producción para poder corregir sobre la marcha en caso de ser necesario.
6. Guardan un gran vínculo con los sectores estratégicos del Plan México, por ello se propone el diseño de incentivos dirigidos a cadenas verdes emergentes.
7. Incorporar el portafolio en las agendas estatales de desarrollo económico y estrategias nacionales de inversión verde.

CONTEXTO GLOBAL

- Los países desarrollados presentan mayor especialización en la producción de bienes con beneficios ambientales.
- Las naciones están implementando políticas públicas para el cuidado del medioambiente.

Para consulta

[Listado de oportunidades de diversificación verde](#)

[Oportunidades de diversificación verde](#)

[Comportamiento de los indicadores por estrategia](#)

- Hidalgo, C. A., Klinger, B., Barabási, A.-L., & Hausmann, R. (2007). The Product Space Conditions the Development of Nations. *Science*, 317, 482–487. <https://doi.org/10.1126/science.1144581>
- Mealy, P., & Teytelboym, A. (2020). Economic complexity and the green economy. *Research Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.103948>
- Pérez-Hernández, C. C., Montiel-Hernández, M. G., & Salazar-Hernández, B. C. (2025). Unlocking Green Export Opportunities: Empirical Insights from Southern Cone Economies. *Sustainability*, 17(5), 2257. <https://doi.org/10.3390/su17052257>

6.2 Cadenas de valor verde en Hidalgo: oportunidades de diversificación exportadora y productiva: informe de política

Una propuesta para fomentar la producción de bienes dentro de las cadenas de valor verde en el estado de Hidalgo puede lograr una transición energética y descarbonización.

Relacionado con los problemas ambientales que sufre actualmente México y el mundo, las regiones deberán apostar por la producción de bienes que estén dentro de las cadenas de valor verde, es decir, productos que su uso final sea benéfico para el medioambiente, permita la descarbonización mundial y lograr una transición energética. **Es imprescindible la especialización de bienes complejos y altamente relacionados con la estructura productiva actual del estado.** Las propuestas se alinean con el Plan México y los sectores estratégicos.

MENSAJES CLAVE

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Es posible el crecimiento económico a través de una economía que cuida al medioambiente.• Existen 210 productos de cadenas de valor verde en México.• Las cadenas de valor verde permiten la descarbonización el mundo. | <ul style="list-style-type: none">• Harvard propone 10 cadenas de valor verde. |
|---|--|

HIDALGO

México posee Ventaja Comparativa Revelada en **18 productos** de las cadenas de valor verde.

IMPORTANTE

- En promedio, la complejidad de los productos con VCR en Hidalgo es de 0.83.
- El producto que más exportaciones promedio presenta es Transformadores eléctricos.
- Hidalgo cuenta con 136 productos en las cadenas de valor verde.

Con el desarrollo de estos productos e industrias Hidalgo podría ayudar a la descarbonización.

POTENCIAL

- El estado posee la mayor VCR del país en la producción de Transformadores eléctricos.
- Hidalgo presenta oportunidades de diversificación industrial y productiva.

LOS 34 PRODUCTOS

- A partir de los filtros de condiciones mínimas, surgen **34 productos** que Hidalgo es propenso a producir dadas sus capacidades actuales.
- El listado incluye productos de los sectores de: máquinas, metales, piedra y cristal, plástico y caucho, químicos y transporte.
- En su mayoría son productos del sector de **máquinas**.
- La cadena de valor verde predominante es **vehículos eléctricos**.

LOS 31 INDUSTRIAS

- A partir de las ponderaciones, se sugiere la producción en **31 industrias** que Hidalgo es propenso a producir.
- Las industrias están presentes en 33 municipios.
- Se sugieren dos opciones municipales por industria
- Los municipios predominantes son: Tulancingo de Bravo, Ixmiquilpan y Pachuca de Soto.

APORTE PARA POLÍTICAS PÚBLICAS

1. Priorizar productos pertenecientes a las cadenas de valor verde.
2. Además de impulsar la producción de los 34 bienes.
3. Incentivar a las industrias en los municipios más propensos.
4. Complementar los productos con un análisis sectorial y estatal de productos, poniendo especial atención en las capacidades de cada estado.
5. Incorporar evaluación continua sobre la producción para poder corregir sobre la marcha en caso de ser necesario.

CONTEXTO NACIONAL

- El país cuenta con 210 productos de las cadenas de valor verde.
- México está implementando diversas políticas para el cuidado del medioambiente.

Para consulta

[Fortalezas actuales](#)

[Productos de cadenas de valor verde](#)

[Cadenas de valor verde exportadora](#)

[Oportunidades potenciales de crecimiento](#)

[Cadenas de valor productivas](#)

Hidalgo, C. A., Klinger, B., Barabási, A.-L., & Hausmann, R. (2007). The Product Space Conditions the Development of Nations. *Science*, 317, 482–487.

<https://doi.org/10.1126/science.1144581>

Mealy, P., & Teytelboym, A. (2020). Economic complexity and the green economy. *Research Policy*.

<https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.103948>

Growth Lab. (2024). *Harvard Growth Lab Viz Hub*.

<https://growthlab.app/greenplexity>

CAPÍTULO 7
REFLEXIONES FINALES

7.1 Consideraciones finales

La presente investigación proporciona un marco de referencia sobre el uso de la complejidad económica y su relación con las dimensiones del desarrollo sostenible y cómo sus métricas pueden ser útiles para reconocer las estructuras productivas actuales de las regiones y con ello identificar proponer estrategias de diversificación inteligente.

En un primer momento se reconoce el concepto de complejidad económica y su relación con la económica verde, asimismo se detalla la evolución de la clasificación de los productos verdes y sus beneficios ambientales, posteriormente se reconoce la evolución que se ha tenido en la producción de bienes con beneficios ambientales en México a partir de la construcción del espacio producto desde 1995 hasta 2021.

Posteriormente se realiza una revisión sistemática de la literatura sobre complejidad económica, en la que se hace evidente su relación con las dimensiones del desarrollo sostenible, el estudio permitió identificar las investigaciones que han sido realizadas empleando las métricas de complejidad económica y reconocer las temáticas emergentes, con lo que fue posible identificar que la complejidad económica se relaciona con las dimensiones a) cultural, b) social y humana, c) económica y política y d) ecológica. Representa el primer mapeo científico sistemático de la literatura sobre complejidad y los pilares del desarrollo sostenible que reconoce las conexiones temáticas emergentes.

En cuanto a las propuestas de oportunidades de diversificación verde, se reconocen 57 productos a los que México puede transitar para lograr una economía más verde, representa bienes con altos (y bajos) beneficios, determinado por el índice de complejidad económica. En el caso del país también se recomienda poner especial atención en los productos que son altamente afines a la estructura productiva actual, aunque de baja complejidad, esto debido a que México es un país en donde el PCI no es tan elevado, lo que resalta la posibilidad de transitar primeramente a la producción de dichos bienes. El estudio revela que México tiene potencial significativo para transitar a la producción y exportación de bienes con beneficios ambientales y construir el camino para transitar a una economía verde en México.

Hacer uso del PGI responde al enfoque de sostenibilidad, pues los productos verdes no solo deben ser evaluados por su baja intensidad de emisiones o la viabilidad tecnológica, es importante que se tomen en cuenta el potencial de los bienes para generar beneficios sociales amplios y equitativos. Al incorporar dicho índice, se privilegian aquellos productos que además de ser benéficos para el ambiente en términos de emisiones, podrían contribuir a una transición exportadora verde, con menores niveles de desigualdad.

Se reconocen los productos pertenecientes a las cadenas de valor verde en Hidalgo, es posible la identificación de los bienes que actualmente produce el estado, así como la propuesta de productos e industrias a los que la entidad puede transitar dadas las capacidades actuales, dicha transición puede ser el camino para mejorar la economía actual y fomentar la producción de bienes que su uso final promuevan la descarbonización mundial.

La investigación en conjunto presenta una hoja de ruta para transitar a una economía más verde con énfasis en el estado de Hidalgo a través de la identificación de cadenas de valor verde a nivel de producto e industria para promover la producción de dichos bienes, así como la diversificación exportadora en el país a partir de un listado de productos con beneficios ambientales a los que México es propenso a transitar. Lo anterior puede ser útil para los encargados de la formulación de políticas públicas que busquen detener los daños al medioambiente basando sus propuestas en diversos indicadores económicos, así como el conocimiento que posee el estado y el país.

7.2 Limitaciones del estudio

Las limitaciones de la revisión sistemática de la literatura:

- A pesar de las bases de datos existentes, solo se emplean tres (*Web of Science*, *Scopus* and *Semantic Scholar*) y excluye los documentos no indexados o que pertenecen a otras bases de datos.
- Las búsquedas en *Semantic Scholar* fueron iterativas y no utilizan la cadena de búsqueda.
- La cadena de búsqueda es en inglés, lo que representa un sesgo.
- Las palabras clave pueden excluir documentos.

En cuanto a la detección de oportunidades de diversificación verde se detectaron las siguientes limitaciones:

- Alcance de los datos disponibles de productos con beneficios ambientales, pues las clasificaciones están basadas en los datos de exportación.
- La clasificación de los productos con beneficios ambientales, se podrían actualizar para reflejar mejor las realidades de la región.
- Las políticas ambientales de la región.

Sobre la detección de cadenas de valor verde en Hidalgo: oportunidades de diversificación exportadora y productiva las limitaciones son:

- Los listados no pueden considerarse como definitivos.
- Las ponderaciones están sujetas a modificaciones y discusión.
- Los productos de las cadenas de valor verde son presentados a 4 dígitos.

7.3 Contribuciones

Se anticipa un número creciente de estudios en el futuro que conectarán intrínsecamente la complejidad económica con una o más dimensiones de la sostenibilidad. Actualmente, existe una creciente literatura que interconecta la complejidad económica y la dimensión ambiental de la sostenibilidad, lo que sugiere que este tipo de enfoque combinado es valioso y puede ampliarse para comprender mejor cómo la sostenibilidad social, humana, cultural y política se explica por sus estructuras productivas. y capacidades.

La complejidad económica proporciona a los formuladores de políticas hojas de ruta útiles para una especialización inteligente y formas de lograr objetivos de crecimiento económico, inclusión y desarrollo verde.

Se proponen estrategias de diversificación inteligente para México, dadas las capacidades actuales, enfocado en productos con beneficios ambientales, los cuales tienen alta complejidad, se puso especial atención en la reducción de las emisiones y la disminución de la desigualdad de ingresos, con ello se propone un listado de 57 productos a los que México es propenso a transitar, resulta útil para la formulación de políticas públicas en pro del medioambiente.

Hasta la realización de la presente, no se tiene conocimiento de otro estudio que aborde las cadenas de valor verde en el estado de Hidalgo. Por ello, se proponen listados de productos dentro de las cadenas de valor verde en Hidalgo, en dos vertientes, la primera a nivel de producto, en la que se tiene sensibilidad de las exportaciones y la segunda a nivel de industria, en la que se proponen dos municipios por industria a las que el estado puede transitar. De igual manera, dichos listados representan útiles para los hacedores de políticas públicas en el estado de Hidalgo, poniendo especial énfasis en la producción de bienes que el mundo necesita para descarbonizar y lograr una transición energética.

7.4 Propuesta para futuras investigaciones

Se proponen 5 vías para futuras investigaciones sobre las interconexiones entre los pilares del desarrollo sostenible desde la perspectiva de la complejidad económica:

[1] **Dimensión Económica y Política:** Ampliar la variedad de estudios a escala regional que combinen métodos de complejidad con diversos tipos de economías (economía verde, azul, naranja, circular, urbana, informal, social y solidaria, etc.) para analizar sus implicaciones en términos de política (económica, regional, urbana, industrial, ambiental).

[2] **Dimensión Social-Humana:** Ampliar estudios que vinculen la complejidad económica con tipos de inclusión (social, de género, financiera) y diversas cuestiones sociales específicas de las regiones (tasa de fertilidad, corrupción, criminalidad, salud, pobreza, vivienda, etc.).

[3] **Dimensión Cultural:** Estudio con datos no convencionales de aspectos relacionados con la sostenibilidad cultural (música y deportes, historia social, entorno cultural) a diferentes escalas.

[4] **Dimensión ambiental:** Explorar diversos indicadores ambientales (por ejemplo, emisiones, seguridad alimentaria, energía, recursos naturales, huella ecológica, huella hídrica, etc.) y evaluar, mediante técnicas analíticas sólidas, sus impactos (positivos o negativos) de complejidad económica en contextos geográficos diferentes a los ya estudiados.

[5] **Sostenibilidad:** Analizar la complejidad multidimensional regional y su relación con el crecimiento inclusivo y verde.

En cuanto a las oportunidades de diversificación se propone

[6] **Oportunidades** de diversificación exportadora hacia productos con beneficios ambientales en cada entidad federativa para reconocer los productos verdes a los que cada estado puede transitar.

[7] **Cadenas de valor** verde por cada entidad federativa poniendo especial atención en los productos, así como las industrias.

7.5 Agenda de investigación

A continuación, se presentan los temas a considerar en la agenda de investigación:

- Identificar las oportunidades de diversificación hacia productos a 6 dígitos con beneficios ambientales en las 32 entidades federativas.
- Reconocer los productos que integran las cadenas de valor verde en cada estado de la República Mexicana.
- Medir el potencial productivo de las energías renovables en México.
- Analizar las implicaciones de política industrial y ambiental que promueven el potencial productivo de las energías renovables.
- Reconocer las capacidades expresadas en patentes a nivel sub-nacional.

REFERENCIAS

- Abdon, A., & Felipe, J. (2011). The Product Space: What Does it Say About the Opportunities for Growth and Structural Transformation of Sub-Saharan Africa? *Economic Growth eJournal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1846734>
- ABS. (2024). *¿Cuáles son los plásticos comunes que se utilizan en los paquetes de baterías? - Conocimiento*. <https://www.absextruding.com/info/what-are-the-common-plastics-used-in-battery-p-93026569.html>
- Adam, A., Garas, A., Katsaiti, M.-S., & Lapatinas, A. (2021). Economic complexity and jobs: An empirical analysis. *ECONOMICS OF INNOVATION AND NEW TECHNOLOGY*. <https://doi.org/10.1080/10438599.2020.1859751>
- Aerni, P. (2021). Decentralized Economic Complexity in Switzerland and Its Contribution to Inclusive and Sustainable Change. *Sustainability*, *13*(8), 4181. <https://doi.org/10.3390/su13084181>
- Ahmad, M., Ahmed, Z., Majeed, A., & Huang, B. (2021). An environmental impact assessment of economic complexity and energy consumption: Does institutional quality make a difference? *Environmental Impact Assessment Review*, *89*, 106603. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2021.106603>
- Ahmed, Z., Adebayo, T. S., Udemba, E. N., Murshed, M., & Kirikkaleli, D. (2022). Effects of economic complexity, economic growth, and renewable energy technology budgets on

- ecological footprint: The role of democratic accountability. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(17), 24925–24940. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17673-2>
- Ajide, F. M. (2022). Economic complexity and entrepreneurship: Insights from Africa. *International Journal of Development Issues*. <https://doi.org/10.1108/IJDI-03-2022-0047>
- Albassam, B. A. (2019). Building an effective knowledge management system in Saudi Arabia using the principles of good governance. *Resources Policy*, 64. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.101531>
- Alola, A. A., Bekun, F. V., & Sarkodie, S. A. (2019). Dynamic impact of trade policy, economic growth, fertility rate, renewable and non-renewable energy consumption on ecological footprint in Europe. *Science of The Total Environment*, 685, 702–709. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.139>
- Alshamsi, A., Pinheiro, F. L., & Hidalgo, C. A. (2017). When to target hubs? Strategic Diffusion in Complex Networks. *ArXiv*, *abs/1705.00232*. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-03740-9>
- Alvarado, R., Ortiz, C., Ponce, P., & Toledo, E. (2021). *Renewable energy consumption, human capital index, and economic complexity in 16 Latin American countries: Evidence using threshold regressions*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824440-1.00001-1>
- Andres, P., & Mealy, P. (2023). *Green Transition Navigator*. <https://green-transition-navigator.org/>

- APEC. (2021). *APEC Ministers Responsible for Trade Meeting Joint Statement 2021*. APEC.
https://www.apec.org/meeting-papers/sectoral-ministerial-meetings/trade/2021_mrt
- Arbatli, E. C., & Hong, G. H. (2016). Singapore's Export Elasticities: A Disaggregated Look into the Role of Global Value Chains and Economic Complexity. *PSN: Import/Export Strategies (Topic)*. <https://doi.org/10.5089/9781513556901.001>
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975.
<https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Asheim, B. T. (2018). Smart specialisation, innovation policy and regional innovation systems: What about new path development in less innovative regions? *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 32, 25–28.
<https://doi.org/10.1080/13511610.2018.1491001>
- Bahar, D., Rapoport, H., & Turati, R. (2020). Does Birthplace Diversity Affect Economic Complexity? Cross-Country Evidence. *Econometric Modeling: International Economics eJournal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3562868>
- Bahrami, F., Shahmoradi, B., Noori, J., Turkina, E., & Bahrami, H. (2022). Economic complexity and the dynamics of regional competitiveness a systematic review. *Competitiveness Review: An International Business Journal*. <https://doi.org/10.1108/cr-06-2021-0083>

- Balassa, B. (1965). Trade Liberalisation and “Revealed” Comparative Advantage ¹. *The Manchester School*, 33(2), 99–123. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9957.1965.tb00050.x>
- Balland, P.-A., & Boschma, R. (2021). Mapping the potentials of regions in Europe to contribute to new knowledge production in Industry 4.0 technologies. *Regional Studies*, 55, 1652–1666. <https://doi.org/10.1080/00343404.2021.1900557>
- Balland, P.-A., Boschma, R., Crespo, J., & Rigby, D. L. (2019). Smart specialization policy in the European Union: Relatedness, knowledge complexity and regional diversification. *Regional Studies*. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00343404.2018.1437900>
- Balland, P.-A., Broekel, T., Diodato, D., Giuliani, E., Hausmann, R., O’Clery, N., & Rigby, D. (2022). The new paradigm of economic complexity. *RESEARCH POLICY*, 51(3). <https://doi.org/10.1016/j.respol.2021.104450>
- Balland, P.-A., Jara-Figueroa, C., Petralia, S., Steijn, M., Rigby, D., & Hidalgo, C. A. (2018). Complex Economic Activities Concentrate in Large Cities. *ERN: Urban Markets (Topic)*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3219155>
- Balland, P.-A., & Rigby, D. (2017). The Geography of Complex Knowledge. *Economic Geography*, 93, 1–23. <https://doi.org/10.1080/00130095.2016.1205947>
- Bandeira, M., Swart, J., & Jordaan, J. A. (2021). Economic Complexity and Inequality: Does Regional Productive Structure Affect Income Inequality in Brazilian States? *Sustainability*, 13(2), 1006. <https://doi.org/10.3390/su13021006>

- Barrios, D., Ramos, J., Tapia, J., Grisanti, A., & Morales, J. R. (2018). *Baja California: Reporte de Complejidad Economica*. 106.
- Barros, F., Jr., Brotherhood, L., & Rodrigues, V. (2022). Economic complexity and corporate governance. En *APPLIED ECONOMICS LETTERS* (Vol. 29, Número 1, pp. 68–71). ROUTLEDGE JOURNALS, TAYLOR & FRANCIS LTD. <https://doi.org/10.1080/13504851.2020.1855305>
- Barza, R., Jara-Figueroa, C., Hidalgo, C. A., & Viarengo, M. (2020). Knowledge Intensity and Gender Wage Gaps: Evidence from Linked Employer-Employee Data. *CESifo: Behavioural Economics (Topic)*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3689464>
- Bashir, M. F., Ma, B., Hussain, H. I., Shahbaz, M., Koca, K., & Shahzadi, I. (2022). Evaluating environmental commitments to COP21 and the role of economic complexity, renewable energy, financial development, urbanization, and energy innovation: Empirical evidence from the RCEP countries. *Renewable Energy*, 184, 541–550. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.11.102>
- Baumeister, R. F. (2013). Writing a Literature Review. En M. J. Prinstein (Ed.), *The Portable Mentor* (pp. 119–132). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3994-3_8
- Belmartino, A. (2022). Green & non-green relatedness: Challenges and diversification opportunities for regional economies in Argentina. (*GSSI Discussion Paper Series in Regional Science & Economic Geography No. 2022-3*).

- Ben Saad, M. (2017). The Effect of Economic Complexity on Air Pollution: Another approach to the Environmental Curve of Kuznets. *REGION ET DEVELOPPEMENT*, 46, 21–41.
- Ben Saad, M., & Assoumou-Ella, G. (2019). Economic Complexity and Gender Inequality in Education: An Empirical Study. *ECONOMICS BULLETIN*, 39(1), 321–334.
- BID. (2022). *ECONOMÍA NARANJA* | *Regional Naranja*.
<https://www.regionnaranja.org/economiaNaranja>
- Boleti, E., Garas, A., Kyriakou, A., & Lapatinas, A. (2021). Economic Complexity and Environmental Performance: Evidence from a World Sample. *Environmental Modeling & Assessment*, 26(3), 251–270. <https://doi.org/10.1007/s10666-021-09750-0>
- Boschma, R. (2012). *REGIONAL DIVERSIFICATION AND POLICY INTERVENTION*.
<https://doi.org/10.7163/EU21.2012.22.5>
- Boschma, R. (2017). Relatedness as driver of regional diversification: A research agenda. *Regional Studies*, 51, 351–364. <https://doi.org/10.1080/00343404.2016.1254767>
- Boschma, R., Balland, P.-A., & Kogler, D. F. (2013). *Relatedness and Technological Change in Cities: The rise and fall of technological knowledge in U.S. metropolitan areas from 1981 to 2010*. <https://doi.org/10.1093/ICC/DTU012>
- Boschma, R., & Frenken, K. (2011). The emerging empirics of evolutionary economic geography. *Journal of Economic Geography*, 11(2), 295–307. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbq053>

- Boschma, R., Minondo, A., & Navarro, M. (2012). The Emergence of New Industries at the Regional Level in Spain: A Proximity Approach Based on Product Relatedness. *Economic Geography*, 89, 29–51. <https://doi.org/10.1111/j.1944-8287.2012.01170.x>
- Botta, A., Caverzasi, E., & Russo, A. (2020). When complexity meets finance: A contribution to the study of the macroeconomic effects of complex financial systems. *Research Policy*. <https://doi.org/10.1016/J.RESPOL.2020.103990>
- Brundtland, G. H. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Note /: by the Secretary-General*. <https://digitallibrary.un.org/record/139811>
- Burlina, C., Casadei, P., & Crociata, A. (s/f). Economic complexity and firm performance in the cultural and creative sector: Evidence from Italian provinces. En *EUROPEAN URBAN AND REGIONAL STUDIES*. SAGE PUBLICATIONS LTD. <https://doi.org/10.1177/09697764221125336>
- Caglar, A. E., Zafar, M. W., Bekun, F. V., & Mert, M. (2022). Determinants of CO2 emissions in the BRICS economies: The role of partnerships investment in energy and economic complexity. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 51. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2021.101907>
- Can, M., Ahmad, M., & Khan, Z. (2021). The impact of export composition on environment and energy demand: Evidence from newly industrialized countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(25), 33599–33612. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13084-5>

- Can, M., & Gozgor, G. (2016). Dynamic Relationships Among CO2 Emissions, Energy Consumption, Economic Growth, and Economic Complexity in France. *Political Economy - Development: Domestic Development Strategies eJournal*.
<https://doi.org/10.2139/ssrn.2756638>
- Can, M., & Gozgor, G. (2017). The impact of economic complexity on carbon emissions: Evidence from France. *ENVIRONMENTAL SCIENCE AND POLLUTION RESEARCH*, 24(19, SI), 16364–16370. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9219-7>
- Cantero, D. S. M. (2014). Teoría Fundamentada y Atlas ti. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 16.
- Caous, E. L., & Huarng, F. (2020). *Economic Complexity and Its Effects on Human Development: Moderated By Gender Inequality and Environmental Sustainability*.
https://doi.org/10.1142/9789811228001_0073
- Caous, E. S. L., & Huarng, F. (2021). Economic complexity and human development: Moderated by logistics and international migration. *Sustainability (Switzerland)*, 13(4), 1–23.
<https://doi.org/10.3390/su13041867>
- Carfi, D., & Schilirò, D. (2012). A cooperative model for the green economy. *Economic Modelling*, 29(4), 1215–1219. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2012.04.005>
- Castañeda, G. (2018). Complejidad económica, estructuras productivas regionales y política industrial. *Revista de Economía Mexicana Anuario UNAM*, 3, 144–206.

- Castro, A. (2025, febrero 6). *Plásticos y aditivos avanzados: Claves en la movilidad sustentable*.
<https://www.pt-mexico.com/articulos/plasticos-y-aditivos-avanzados-claves-en-la-movilidad-sustentable>
- Catalán, P., Navarrete, C., & Figueroa, F. (2020). The scientific and technological cross-space: Is technological diversification driven by scientific endogenous capacity? *Research Policy*, 104016. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.104016>
- CE. (2022). *Pacto Verde Europeo*. <https://www.consilium.europa.eu/es/politicas/green-deal/>
- Chávez, J. C., Mosqueda, M. T., & Gómez-Zaldívar, M. (2017). Economic complexity and regional growth performance: Evidence from the Mexican economy. *Review of Regional Studies*, 47(2), 201–219.
- Chen, Z., Poncet, S., & Xiong, R. (2017). Inter-industry relatedness and industrial-policy efficiency: Evidence from China's export processing zones ☆. *Journal of Comparative Economics*, 45, 809–826. <https://doi.org/10.1016/j.jce.2016.01.003>
- Chowdhary, K. R. (2020). *Fundamentals of Artificial Intelligence*. Springer India.
<https://doi.org/10.1007/978-81-322-3972-7>
- Chu, L. K., & Hoang, D. P. (2020). How does economic complexity influence income inequality? New evidence from international data. *Economic Analysis and Policy*, 68, 44–57.
<https://doi.org/10.1016/j.eap.2020.08.004>

- Cinar, I. T., Korkmaz, I., & Baycan, T. (2022). Regions' economic fitness and sectoral labor productivity: Evidence from Turkey. En *REGIONAL SCIENCE POLICY AND PRACTICE* (Vol. 14, Números 3, SI, pp. 575–598). WILEY. <https://doi.org/10.1111/rsp3.12529>
- CITNOVA. (2024). *GUÍA METODOLÓGICA INCORPORACIÓN DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN LOS PROGRAMAS PRESUPUESTARIOS 2025*.
- CNPD. (2021). *Conoce el Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024 | Centro Nacional de Prevención de Desastres | Gobierno | gob.mx*.
<https://www.gob.mx/cenapred/es/articulos/conoce-el-programa-especial-de-cambio-climatico-2021-2024?idiom=es>
- CONAGUA. (2022). *Estadísticas del Agua en México 2021*. Comisión Nacional del Agua.
- CONEVAL. (2021). *Estadísticas de pobreza en Hidalgo*. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social.
<https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Hidalgo/Paginas/principal.aspx>
- Cooke, P. (2010). Regional innovation systems: Development opportunities from the 'green turn'. *Technology Analysis & Strategic Management*, 22(7), 831–844.
<https://doi.org/10.1080/09537325.2010.511156>
- Covarrubias, S. (2021, septiembre 8). ¿QUÉ SON LOS PRONACES? *Conahcyt*.
<https://conahcyt.mx/que-son-los-pronaces/>

- Dalampira, E. S., & Nastis, S. A. (2020). Back to the future: Simplifying Sustainable Development Goals based on three pillars of sustainability. *International Journal of Sustainable Agricultural Management and Informatics*, 6(3), 226. <https://doi.org/10.1504/IJSAMI.2020.112089>
- Dam, A. V., & Frenken, K. (2020). Variety, complexity and economic development. *Research Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.103949>
- Darlow, A. (1996). Cultural Policy and Urban Sustainability: Making a missing link? *Planning Practice & Research*, 11(3), 291–302. <https://doi.org/10.1080/02697459616861>
- DataMéxico. (2025). *Hidalgo: Economía, empleo, equidad, calidad de vida, educación, salud y seguridad pública*. Data México. <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/hidalgo-hg>
- Dator, J. (2017). Introducción a los estudios de futuros. *Cuadernos del Centro de Investigación en Economía Creativa (CIEC)*, 47.
- De La Peña, M. E., Ducci, J., & Zamora Plascencia, V. (2013). *Tratamiento de aguas residuales en México*. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0010033>
- Denyer, D., & Tranfield, D. (2009). Producing a systematic review. *The Sage handbook of organizational research methods*, 671–689.

- Di Clemente, R., Strano, E., & Batty, M. (2021). Urbanization and economic complexity. En *SCIENTIFIC REPORTS* (Vol. 11, Número 1). NATURE RESEARCH. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-83238-5>
- DOF. (2020). Ley General de Cambio Climático. En *Ley General de Cambio Climático*.
- DOF. (2021). Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024. En *Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales*.
- Doğan, B., Driha, O. M., Balsalobre Lorente, D., & Shahzad, U. (2021). The mitigating effects of economic complexity and renewable energy on carbon emissions in developed countries. *Sustainable Development*, 29(1), 1–12. <https://doi.org/10.1002/sd.2125>
- Domini, G. (2022). Patterns of specialization and economic complexity through the lens of universal exhibitions, 1855-1900. *EXPLORATIONS IN ECONOMIC HISTORY*, 83. <https://doi.org/10.1016/j.eeh.2021.101421>
- Donadoni, M., Caniato, F., & Cagliano, R. (2018). Linking product complexity, disruption and performance: The moderating role of supply chain resilience. *Supply Chain Forum: An International Journal*, 19, 300–310. <https://doi.org/10.1080/16258312.2018.1551039>
- Dordmond, G., de Oliveira, H. C., Silva, I. R., & Swart, J. (2021). The complexity of green job creation: An analysis of green job development in Brazil. *Environment, Development and Sustainability*, 23(1), 723–746. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00605-4>

- Dulcich, F., Otero, D., & Canzian, A. (2019). Evolución Reciente y Situación Actual de la Producción y Difusión de Vehículos Eléctricos a Nivel Global y en Latinoamérica. *Asian Journal of Latin American Studies*.
- Duxbury, N., & Gillette, E. (2007). *Culture as a Key Dimension of Sustainability: Exploring Concepts, Themes, and Models*.
- ECLAC. (2019). Estudio Económico de América Latina y el Caribe 2019. El nuevo contexto financiero mundial: Efectos y mecanismos de transmisión en la región. *Études caribéennes*, 43–44. <https://journals.openedition.org/etudescaribeennes/16392>
- EnergyDepartment. (2017). *5 Things You Should Know about Geothermal Heat Pumps*. Energy.Gov. <https://www.energy.gov/eere/articles/5-things-you-should-know-about-geothermal-heat-pumps>
- Fan, Y. V., Jiang, P., Tan, R. R., Aviso, K. B., You, F., Zhao, X., Lee, C. T., & Klemeš, J. J. (2022). Forecasting plastic waste generation and interventions for environmental hazard mitigation. *Journal of Hazardous Materials*, 424, 127330. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.127330>
- Farinha, T., Balland, P.-A., Morrison, A., & Boschma, R. (2019). What drives the geography of jobs in the US? Unpacking relatedness. *Industry and Innovation*, 26, 1022–1988. <https://doi.org/10.1080/13662716.2019.1591940>

- Felipe, J., Kumar, U., & Abdon, A. (2010). How Rich Countries Became Rich and Why Poor Countries Remain Poor: It's the Economic Structure...Duh! *Development Economics eJournal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1730743>
- Ferraz, D., Falguera, F. P. S., Mariano, E. B., & Hartmann, D. (2021). Linking Economic Complexity, Diversification, and Industrial Policy with Sustainable Development: A Structured Literature Review. *Sustainability*, *13*, 1265. <https://doi.org/10.3390/SU13031265>
- Ferraz, D., Moralles, H. F., Costa, N. da, & Rebelatto, D. A. do N. (2019). Economic Complexity and Human Development: Comparing Traditional and Slack Based Data Envelopment Analysis Models. *Innovation Measurement & Indicators eJournal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3402211>
- Fraccascia, L., Giannoccaro, I., & Albino, V. (2018). Green product development: What does the country product space imply? *Journal of Cleaner Production*, *170*, 1076–1088. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.190>
- Frías, P., & Román, J. (2019). Vehículo eléctrico: Situación actual y perspectivas futuras. *Visión tecnológica*.
- Gala, P., Camargo, J., Magacho, G., & Rocha, I. (2018). Sophisticated jobs matter for economic complexity: An empirical analysis based on input-output matrices and employment data. *STRUCTURAL CHANGE AND ECONOMIC DYNAMICS*, *45*, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2017.11.005>

- Garas, A., Guthmuller, S., & Lapatinas, A. (2019). *The development of nations conditions the disease space*. <https://doi.org/10.2760/793876>
- García, V., Ruiz, M., & Reyes, A. (2022). Ubicuidad y diversificación como factores de complejidad económica en Sinaloa. *Vinculatégica*. <https://doi.org/10.29105/vtga7.1-94>
- Gaulier, G., & Zignago, S. (2010). *Baci: International trade database at the product-level (the 1994-2007 version)*. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1994500
- Gnangnon, S. K. (2021). Economic complexity and poverty in developing countries. *ECONOMIC AFFAIRS*, 41(3), 416–429. <https://doi.org/10.1111/ecaf.12485>
- Gobierno de México. (2025). *Plan México*. <https://www.planmexico.gob.mx/>
- Gomez-Lievano, A., & Patterson-Lomba, O. (2021). Estimating the drivers of urban economic complexity and their connection to economic performance. En *ROYAL SOCIETY OPEN SCIENCE* (Vol. 8, Número 9). ROYAL SOC. <https://doi.org/10.1098/rsos.210670>
- Gómez-Zaldívar, F., Gómez-Zaldívar, M., & Carrillo Ramírez, J. L. (2024). Cálculo de los Índices de Complejidad en México: Propuesta para una estimación más periódica y robusta. *Investigaciones Regionales - Journal of Regional Research*, 59, 213–228. <https://doi.org/10.38191/iirr-jorr.24.018>
- Gómez-Zaldívar, Molina, E., Flores, M., & Gómez-Zaldívar, M. de J. G. (2019). ECONOMIC COMPLEXITY OF THE SPECIAL ECONOMIC ZONES IN MEXICO:

OPPORTUNITIES FOR DIVERSIFICATION AND INDUSTRIAL SOPHISTICATION.

Ensayos Revista de Economía. <https://doi.org/10.29105/ENSAYOS38.1-1>

González, P. A., & Márquez, J. F. (2021). Reconfiguraciones sociales e institucionales para el medio ambiente y la sustentabilidad: Lecciones para México. *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*, 67(244).

<https://doi.org/10.22201/fcpys.2448492xe.2022.244.78040>

González Sierra, J., Pérez-Hernández, C. C., & Mendoza Moheno, J. (2023). Inclusión financiera y complejidad económica en México. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas*, 18.

Gozgor, G. (2018). A new approach to the renewable energy-growth nexus: Evidence from the USA. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(17), 16590–16600.

<https://doi.org/10.1007/s11356-018-1858-9>

Gozgor, G., Lau, C. K. M., & Lu, Z. (2018). Energy consumption and economic growth: New evidence from the OECD countries. En *ENERGY* (Vol. 153, pp. 27–34). PERGAMON-ELSEVIER SCIENCE LTD. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.03.158>

Graphext. (2022). *Graphext | No-Code Data Analytics*. <https://www.graphext.com/>

Growth Lab. (2024). *Harvard Growth Lab Viz Hub*. <https://growthlab.app/greenplexity>

GrowthLab. (2024). *The Atlas of Economic Complexity by @HarvardGrwthLab*. Mexico's Product Space.

<https://atlas.cid.harvard.edu/explore/network?country=138&queryLevel=location&year=>

2021&nodeSizing=None&productClass=HS&product=undefined&startYear=undefined
&target=Product&partner=undefined

Gruezo-Valencia, D. F., & Solis-Mora, V. S. (2022). Inversores inteligentes de energía solar fotovoltaica. *Polo del Conocimiento*, 7(4), Article 4. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i4.3887>

Guevara, M., Hartmann, D., Aristarán, M., Mendoza, M., & Hidalgo, C. A. (2016). The research space: Using career paths to predict the evolution of the research output of individuals, institutions, and nations. *Scientometrics*, 109, 1695–1709. <https://doi.org/10.1007/s11192-016-2125-9>

Ha, L. T. (2023a). Digital Business and Economic Complexity. *JOURNAL OF COMPUTER INFORMATION SYSTEMS*. <https://doi.org/10.1080/08874417.2022.2040066>

Ha, L. T. (2023b). What are the impacts of economic complexity and product proximity on nations' circularity? An empirical approach using statistical analysis. *Environmental Science and Pollution Research*. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-27672-0>

Ha, L. T., Dung, H. P., & Thanh, T. T. (2021). Economic complexity and shadow economy: A multi-dimensional analysis. *ECONOMIC ANALYSIS AND POLICY*, 72, 408–422. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2021.09.011>

Harris, J. D., Quatman, C. E., Manring, M. M., Siston, R. A., & Flanigan, D. C. (2014). How to Write a Systematic Review. *The American Journal of Sports Medicine*, 42(11), 2761–2768. <https://doi.org/10.1177/0363546513497567>

- Hartmann, D. (2014). *Economic Complexity and Human Development*.
<https://doi.org/10.4324/9780203722084>
- Hartmann, D., Bezerra, M., & Pinheiro, F. L. (2019). Identifying Smart Strategies for Economic Diversification and Inclusive Growth in Developing Economies. The Case of Paraguay. *Microeconomics: Welfare Economics & Collective Decision-Making eJournal*.
<https://doi.org/10.2139/ssrn.3346790>
- Hartmann, D., Guevara, M. R., Jara-Figueroa, C., Aristaran, M., & Hidalgo, C. A. (2017). Linking Economic Complexity, Institutions, and Income Inequality. *WORLD DEVELOPMENT*, 93, 75–93. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.12.020>
- Hausmann, R., Cheston, T., & Santos, M. A. (2015). *La Complejidad Economica de Chiapas; Analisis de Capacidades y Posibilidades de Diversificacion Productiva*.
<https://semanticscholar.org/paper/ee8448c27b2d2b70a69e11e597b740250197f12f>
- Hausmann, R., Hwang, J., & Rodrik, D. (2007). What you export matters. *Journal of Economic Growth*, 12, 1–25. <https://doi.org/10.1007/s10887-006-9009-4>
- Hausmann, R., & Klinger, B. (2006). Structural Transformation and Patterns of Comparative Advantage in the Product Space. *International Trade*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.939646>
- Hausmann, R., & Klinger, B. (2007). *The Structure of the Product Space and the Evolution of Comparative Advantage*.
<https://semanticscholar.org/paper/34370bc76072448635e34de3b8f5708f3c7adfa4>

- Hernández, C. C. P., Hernández, B. C. S., & Moheno, J. M. (2019). Diagnóstico de la complejidad económica del estado de Hidalgo: De las capacidades a las oportunidades. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas*. <https://doi.org/10.21919/REMEF.V14I2.299>
- Hernández, L. (2024, agosto 15). *Análisis de las ventas de vehículos eléctricos en el mundo durante 2024*. Autos. <https://us.as.com/autos/electricos/analisis-ventas-vehiculos-electricos-mundo-2024/>
- Hidalgo, C. (2022). *The Policy Implications of Economic Complexity*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2205.02164>
- Hidalgo, C. A. (2015). *Why information grows: The evolution of order, from atoms to economies*. Basic Books.
- Hidalgo, C. A. (2018). Economic complexity: From useless to keystone. *Nature Physics*, 14, 9–10. <https://doi.org/10.1038/NPHYS4337>
- Hidalgo, C. A. (2021). Economic complexity theory and applications. *NATURE REVIEWS PHYSICS*, 3(2), 92–113. <https://doi.org/10.1038/s42254-020-00275-1>
- Hidalgo, C. A. (2023). The policy implications of economic complexity. *Research Policy*, 52(9), 104863. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2023.104863>
- Hidalgo, C. A., Balland, P.-A., Boschma, R., Delgado, M., Feldman, M., Frenken, K., Glaeser, E., He, C., Kogler, D. F., Morrison, A., Neffke, F., Rigby, D., Stern, S., Zheng, S., & Zhu, S.

- (2018). The Principle of Relatedness. *Springer Proceedings in Complexity*, 0, 451–457.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-96661-8_46
- Hidalgo, C. A., & Hausmann, R. (2009). The building blocks of economic complexity. *PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA*, 106(26), 10570–10575. <https://doi.org/10.1073/pnas.0900943106>
- Hidalgo, C. A., Klinger, B., Barabási, A.-L., & Hausmann, R. (2007). The Product Space Conditions the Development of Nations. *Science*, 317, 482–487.
<https://doi.org/10.1126/science.1144581>
- Huberty, M., & Zachmann, G. (2011). *Green exports and the global product space: Prospects for EU industrial policy. Bruegel Working Paper 2011/07, May 2011.*
<https://semanticscholar.org/paper/2c6dcbd775183e77c1b3a9688cc0a62d0361099a>
- Idsardi, E. F., Schalkwyk, H. D., & Viviers, W. (2015). *The Agricultural Product Space: Prospects for South Africa.*
<https://semanticscholar.org/paper/954fde4996c760448b07f3174a5d6c749ef84ffd>
- Ikram, M., Xia, W., Fareed, Z., Shahzad, U., & Rafique, M. Z. (2021). Exploring the nexus between economic complexity, economic growth and ecological footprint: Contextual evidences from Japan. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 47, 101460.
<https://doi.org/10.1016/j.seta.2021.101460>

- Innocenti, N., & Lazzeretti, L. (2019). Do the creative industries support growth and innovation in the wider economy? Industry relatedness and employment growth in Italy. *Industry and Innovation*, 26, 1152–1173. <https://doi.org/10.1080/13662716.2018.1561360>
- Innocenti, N., Vignoli, D., & Lazzeretti, L. (2021). Economic complexity and fertility: Insights from a low fertility country. *REGIONAL STUDIES*, 55(8), 1388–1402. <https://doi.org/10.1080/00343404.2021.1896695>
- Kachi, A., Mooldijk, S., & Warnecke, C. (2020). *Climate neutrality claims*.
- Kautish, P., & Sharma, R. (2019). Value orientation, green attitude and green behavioral intentions: An empirical investigation among young consumers. *Young Consumers*, 20(4), 338–358. <https://doi.org/10.1108/YC-11-2018-0881>
- Kazemzadeh, E., Fuinhas, J. A., & Koengkan, M. (2022). The impact of income inequality and economic complexity on ecological footprint: An analysis covering a long-time span. *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL ECONOMICS AND POLICY*, 11(2), 133–153. <https://doi.org/10.1080/21606544.2021.1930188>
- Keneck-Massil, J., & Nvuh-Njoya, Y. (2021). Did colonisation matter for comparative economic complexity? *Economics Letters*, 203, 109851. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2021.109851>

- Klement, B., & Strambach, S. (2019a). How do new music genres emerge? Diversification processes in symbolic knowledge bases. *Regional Studies*, *53*, 1447–1458. <https://doi.org/10.1080/00343404.2019.1580817>
- Klement, B., & Strambach, S. (2019b). Innovation in Creative Industries: Does (Related) Variety Matter for the Creativity of Urban Music Scenes? *Economic Geography*, *95*(4), 385–417. <https://doi.org/10.1080/00130095.2018.1549944>
- Knuepling, L., & Broekel, T. (2020). Does relatedness drive the diversification of countries' success in sports? *European Sport Management Quarterly*, *22*, 182–204. <https://doi.org/10.1080/16184742.2020.1770830>
- Koch, P., Stojkoski, V., & Hidalgo, C. A. (2022). *The Role of Immigrants, Emigrants, and Locals in the Historical Formation of Knowledge Agglomerations*. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2210.15914>
- Kwan, L. Y.-Y., & Chiu, C.-Y. (2018). *Cultural diversity (fractionalization) and economic complexity: Effects on innovation performance and human development*. Oxford University Press. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85051034208&doi=10.1093%2foso%2f9780190455675.003.0005&partnerID=40&md5=5590297d0815c244cf9eea516a0e5804>
- Laguna, M., Hernández, I., & Godoy, J. M. (2023). Informality, economic complexity, and internalization of rules. *Frontiers in Sociology*, *8*, 1163326. <https://doi.org/10.3389/fsoc.2023.1163326>

- Lapatinas, A. (2019). The effect of the Internet on economic sophistication: An empirical analysis. *Economics Letters*. <https://doi.org/10.1016/J.ECONLET.2018.10.013>
- Lapatinas, A., Litina, A., & Zanaj, S. (2021). The Impact of Economic Complexity on the Formation of Environmental Culture. *Sustainability*, *13*(2), 870. <https://doi.org/10.3390/su13020870>
- Lara, J., Tosi, A., & Altimiras-Martin, A. (2018). Critical Raw Materials and Economic Complexity in Latin America. *APUNTES DEL CENES*, *37*(65), 15–51. <https://doi.org/10.19053/01203053.v37.n65.2018.5426>
- Lazzeretti, L., Innocenti, N., & Capone, F. (2015). *Does Related variety matter for Creative Industries*. <https://semanticscholar.org/paper/df3e44493256bbd1add0a9d8e90a390132425758>
- Lee, C.-C., & Wang, E.-Z. (2021). Economic Complexity and Income Inequality: Does Country Risk Matter? En *SOCIAL INDICATORS RESEARCH* (Vol. 154, Número 1, pp. 35–60). SPRINGER. <https://doi.org/10.1007/s11205-020-02543-0>
- Lee, K.-K., & Vu, T. V. (2020). Economic complexity, human capital and income inequality: A cross-country analysis. *JAPANESE ECONOMIC REVIEW*, *71*(4), 695–718. <https://doi.org/10.1007/s42973-019-00026-7>
- Liu, H., Liang, S., & Cui, Q. (2020). The Nexus between Economic Complexity and Energy Consumption under the Context of Sustainable Environment: Evidence from the LMC

- Countries. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(1), 124. <https://doi.org/10.3390/ijerph18010124>
- Ma, F., Wang, H., Schandl, H., Fishman, T., Tan, X., Li, Y., Shi, L., Wang, P., & Chen, W.-Q. (2022). Exploring the relationship between economic complexity and resource efficiency. *Resources, Conservation and Recycling*, 186. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106530>
- Madni, G. R., & Khan, B. (2019). *Abordaje de los Crímenes Violentos a partir de la Complejidad Económica y de las Instituciones*. <https://semanticscholar.org/paper/1839b7e382e636d56fcf746c9e2a259e71f1e7ca>
- Mai, N. T., Ha, L. T., Hoa, T. T. M., & Huyen, N. T. T. (2022). Effects of Digitalization on Natural Resource Use in European Countries: Does Economic Complexity Matter? *International Journal of Energy Economics and Policy*, 12(3), 77–92. <https://doi.org/10.32479/ijeep.12748>
- Majeed, M. T., Mazhar, M., Samreen, I., & Tauqir, A. (2022). Economic complexities and environmental degradation: Evidence from OECD countries. *Environment, Development and Sustainability*, 24(4), 5846–5866. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01687-4>
- Manterola, C., Astudillo, P., Arias, E., & Claros, N. (2013). Revisiones sistemáticas de la literatura. Qué se debe saber acerca de ellas. *Cirugía Española*, 91(3), 149–155. <https://doi.org/10.1016/j.ciresp.2011.07.009>

- Marco, R., Llano, C., & Pérez-Balsalobre, S. (2022). Economic complexity, environmental quality and income equality: A new trilemma for regions? *Applied Geography*, *139*, 102646. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2022.102646>
- Mealy, P., & Teytelboym, A. (2020). Economic complexity and the green economy. *Research Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.103948>
- Medina, S. (2019). *Economía verde en México: Transformación económica, desarrollo social incluyente y cuidado del medio ambiente*. Lid Editorial Mexicana Sa De Cv.
- Mendoza-Retana, S. S., Cervantes-Vázquez, M. G., Valenzuela-Garcia, A. A., Guzmán-Silos, T. L., Orona-Castillo, I., Cervantes-Vázquez, T. J. Á., Mendoza-Retana, S. S., Cervantes-Vázquez, M. G., Valenzuela-Garcia, A. A., Guzmán-Silos, T. L., Orona-Castillo, I., & Cervantes-Vázquez, T. J. Á. (2021). Uso potencial de las aguas residuales en la agricultura. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, *12*(1), 115–126. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i1.2789>
- Montiel-Hernández, M. G., Pérez-Hernández, C. C., & Salazar-Hernández, B. C. (2024). The Intrinsic Links of Economic Complexity with Sustainability Dimensions: A Systematic Review and Agenda for Future Research. *Sustainability*, *16*(1), 391. <https://doi.org/10.3390/su16010391>
- Montesor, S., & Quatraro, F. (2019). Green technologies and Smart Specialisation Strategies: A European patent-based analysis of the intertwining of technological relatedness and key

enabling technologies. *Regional Studies*, 54, 1354–1365.
<https://doi.org/10.1080/00343404.2019.1648784>

Muneepeerakul, R., Lobo, J., Shutter, S. T., Gómez-Liévano, A., & Qubbaj, M. R. (2013). Urban Economies and Occupation Space: Can They Get “There” from “Here”? *PLoS ONE*, 8.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0073676>

Natera, J. M., & Castellacci, F. (2021). Transformational complexity, systemic complexity and economic development. *Research Policy*, 50(7).
<https://doi.org/10.1016/j.respol.2021.104275>

Nawab, F., Hamid, A. S. A., Ibrahim, A., Sopian, K., Fazlizan, A., & Fauzan, M. F. (2023). Solar irradiation prediction using empirical and artificial intelligence methods: A comparative review. *Heliyon*, 9(6). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17038>

Neagu. (2019). The Link between Economic Complexity and Carbon Emissions in the European Union Countries: A Model Based on the Environmental Kuznets Curve (EKC) Approach. *Sustainability*, 11(17), 4753. <https://doi.org/10.3390/su11174753>

Neagu, O. (2021). Economic Complexity: A New Challenge for the Environment. *Earth*.
<https://doi.org/10.3390/earth2040063>

Neagu, O., & Teodoru, M. C. (2019). The Relationship between Economic Complexity, Energy Consumption Structure and Greenhouse Gas Emission: Heterogeneous Panel Evidence from the EU Countries. *SUSTAINABILITY*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/su11020497>

- Neffke, F., Hartog, M., Boschma, R., & Henning, M. (2014). Agents of Structural Change: The Role of Firms and Entrepreneurs in Regional Diversification. *Economic Geography*, *94*, 23–48. <https://doi.org/10.1080/00130095.2017.1391691>
- Neffke, F., Henning, M., & Boschma, R. (2009). How Do Regions Diversify over Time? Industry Relatedness and the Development of New Growth Paths in Regions. *Economic Geography*, *87*, 237–265. <https://doi.org/10.1111/j.1944-8287.2011.01121.x>
- Neffke, F., Henning, M., & Boschma, R. (2011). How Do Regions Diversify over Time? Industry Relatedness and the Development of New Growth Paths in Regions. *Economic Geography*, *87*, 237–265. <https://doi.org/10.1111/j.1944-8287.2011.01121.x>
- Newton, A. C., & Cantarello, E. (2014). *An Introduction to the Green Economy* (0 ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315884486>
- Nguyen, C. P. (2021). Gender equality and economic complexity. *ECONOMIC SYSTEMS*, *45*(4). <https://doi.org/10.1016/j.ecosys.2021.100921>
- Nguyen, C. P. (2022). Does economic complexity matter for the shadow economy? En *ECONOMIC ANALYSIS AND POLICY* (Vol. 73, pp. 210–227). ELSEVIER. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2021.12.001>
- Nguyen, C. P., Nguyen, B., Duy Tung, B., & Dinh Su, T. (2021). Economic complexity and entrepreneurship density: A non-linear effect study. *Technological Forecasting and Social Change*, *173*. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121107>

- Núñez-Merino, M., Maqueira-Marín, J. M., Moyano-Fuentes, J., & Castaño-Moraga, C. A. (2022). Industry 4.0 and supply chain. A Systematic Science Mapping analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 181, 121788. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121788>
- OECD. (2022). *Métodos | OEC - The Observatory of Economic Complexity*. <https://oec.world/es/resources/methods#economic-complexity>
- OECD. (2024). *México (MEX) Exports, Imports, and Trade Partners | Observatorio de Complejidad Económica. Observatory of Economic Complexity*. <https://oec.world/es/profile/country/mex?yearSelector1=2021&depthSelector1=HS4Depth>
- OECD. (1999). *Future liberalisation trade in environmental goods and services: Ensuring environmental protection as well as economic benefits*.
- OECD. (2002). *Environmental Goods and Services (Summary in Spanish)*. Organisation for Economic Co-operation and Development. https://www.oecd-ilibrary.org/trade/environmental-goods-and-services/summary/spanish_9789264193611-sum-es
- OECD. (2014). *The Stringency of Environmental Regulations and Trade in Environmental Goods* (OECD Trade and Environment Working Papers No. 2014/03; OECD Trade and Environment Working Papers, Vol. 2014/03). <https://doi.org/10.1787/5jxrjn7xsnmq-en>

- OMC. (2009). *WTO | Environmental Goods Agreement*.
https://www.wto.org/english/tratop_e/envir_e/ega_e.htm
- OMC. (2014). *OMC | Acuerdo sobre Bienes Ambientales*.
https://www.wto.org/spanish/tratop_s/envir_s/ega_s.htm
- OMC. (2022). *Informe sobre el comercio mundial 2022. Cambio climático y comercio internacional*. La contribución del comercio de bienes y servicios ambientales.
https://www.wto.org/spanish/res_s/publications_s/wtr22_s.htm
- ONU. (2015). *Asamblea General de las Naciones Unidas*. Naciones Unidas.
<https://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml>
- ONU. (2022). *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente*. Naciones Unidas y El Estado de Derecho. <https://www.un.org/ruleoflaw/es/un-and-the-rule-of-law/united-nations-environment-programme/>
- Ordóñez, C., Vásquez-Velásquez, C., & Gonzales, G. F. (2022). Derrame de petróleo, un desastre ecológico: Revisión bibliográfica sobre su impacto en la salud. *Diagnostico*, 61(4), Article 4. <https://doi.org/10.33734/diagnostico.v61i4.408>
- Pachot, A., Albouy-Kissi, A., Albouy-Kissi, B., & Chausse, F. (2022). Decision support system for distributed manufacturing based on input-output analysis and economic complexity. *ArXiv*, [abs/2201.00694](https://arxiv.org/abs/2201.00694).
<https://semanticscholar.org/paper/7675cbf86e6b4de2348e14b8e009c68b135e869a>

- Palazzo, G., Feole, M., Gutman, M., Bercovich, S., Pezzarini, L., Lourenco, M. B. D., & Mascarenhas, T. B. (2021). El potencial productivo verde de la Argentina. *fundar*.
- Parcu, P. L., Innocenti, N., & Carrozza, C. (2022). Ubiquitous technologies and 5G development. Who is leading the race? *TELECOMMUNICATIONS POLICY*, 46(4), SI. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2021.102277>
- Pata, U. K. (2021). Renewable and non-renewable energy consumption, economic complexity, CO2 emissions, and ecological footprint in the USA: Testing the EKC hypothesis with a structural break. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(1), 846–861. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10446-3>
- Pawłowski, A. (2008). How many dimensions does sustainable development have? *Sustainable Development*, 16(2), 81–90. <https://doi.org/10.1002/sd.339>
- Pearce, D. (1992). Green Economics. *Environmental Values*, 1(1), 3–13. <https://doi.org/10.3197/096327192776680179>
- Pérez-Hernández, C. C. (2022). *Complejidad económica y economía verde en México: Buscando nuevos caminos para la sustentabilidad*.
- Pérez-Hernández, C. C., Hernández-Calzada, M. A., & Ferreiro-Seoane, F. J. (2019). Diversification in Tourism-Related Activities and Social Sustainability in the State of Hidalgo, Mexico. *Sustainability*, 11(22), 6429. <https://doi.org/10.3390/su11226429>

- Pérez-Hernández, C. C., Montiel-Hernández, M. G., & Salazar-Hernández, B. C. (2025). Unlocking Green Export Opportunities: Empirical Insights from Southern Cone Economies. *Sustainability*, *17*(5), 2257. <https://doi.org/10.3390/su17052257>
- Pérez-Hernández, C. C., Salazar-Hernández, B. C., & Mendoza Moheno, J. (2019). Diagnóstico de la complejidad económica del estado de Hidalgo: De las capacidades a las oportunidades. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas*, *14*(2), 261–277. <https://doi.org/10.21919/remef.v14i2.299>
- Pérez-Hernández, C. C., Salazar-Hernández, B. C., Mendoza-Moheno, J., Cruz-Coria, E., & Hernández-Calzada, M. A. (2021a). Mapping the Green Product-Space in Mexico: From Capabilities to Green Opportunities. *Sustainability*, *13*(2), 945. <https://doi.org/10.3390/su13020945>
- Pérez-Hernández, C. C., Salazar-Hernández, B. C., Mendoza-Moheno, J., Cruz-Coria, E., & Hernández-Calzada, M. A. (2021b). Mapping the Green Product-Space in Mexico: From Capabilities to Green Opportunities. *Sustainability*, *13*(2), 945. <https://doi.org/10.3390/su13020945>
- Pinheiro, F. L., Hartmann, D., Boschma, R., & Hidalgo, C. A. (2021). The time and frequency of unrelated diversification. *Research Policy*, *51*(8), 104323. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2021.104323>

- PNUMA. (2011). *Hacia una economía verde: Guía para el desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza*. UN Environment Programme. <http://www.unep.org/explore-topics/green-economy>
- Pugliese, E., Zaccaria, A., & Pietronero, L. (2016). On the convergence of the Fitness-Complexity algorithm. *The European Physical Journal Special Topics*, 225, 1893–1911. <https://doi.org/10.1140/epjst/e2015-50118-1>
- Purvis, B., Mao, Y., & Robinson, D. (2019). Three pillars of sustainability: In search of conceptual origins. *Sustainability Science*, 14(3), 681–695. <https://doi.org/10.1007/s11625-018-0627-5>
- Qi, X. (2022). Building a bridge between economic complexity and the blue economy. *Ocean and Coastal Management*, 216. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105987>
- Qi, X., Xiao, W., & Xiang, X. (2021). The spatial pattern of the blue product development of nations: An empirical analysis based on product space theory. *Ocean & Coastal Management*, 207, 105596. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105596>
- Rafique, M. Z., Doğan, B., Husain, S., Huang, S., & Shahzad, U. (2021). Role of economic complexity to induce renewable energy: Contextual evidence from G7 and E7 countries. *International Journal of Green Energy*, 18(7), 745–754. <https://doi.org/10.1080/15435075.2021.1880912>

- Rafique, M. Z., Nadeem, A. M., Xia, W., Ikram, M., Shoaib, H. M., & Shahzad, U. (2022). Does economic complexity matter for environmental sustainability? Using ecological footprint as an indicator. *Environment, Development and Sustainability*, 24(4), 4623–4640. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01625-4>
- Rahmati, Tafti, Ali, Westland, J. Christopher, & Hidalgo, Cesar. (2020). When All Products Are Digital: Complexity and Intangible Value in the Ecosystem of Digitizing Firms. *IEEE Personal Communications*, 8(4), 10–17. <https://doi.org/10.1109/98.943998>
- Ramalho, R. S. (2021). *Tratamiento de aguas residuales*. Reverte.
- Rey, J. (2011). Investigación de frontera: Traer un futuro al presente. *Cuadernos de la Fundación General CSIC*, 5, 98–99.
- Rigby, D. (2012). The Geography of Knowledge Relatedness and Technological Diversification in U.S. Cities. *Research Papers in Economics*. <https://semanticscholar.org/paper/8f43c520639751093ae196448955789ed0c3a7db>
- Rigby, D. L. (2015). Technological Relatedness and Knowledge Space: Entry and Exit of US Cities from Patent Classes. *Regional Studies*, 49, 1922–1937. <https://doi.org/10.1080/00343404.2013.854878>
- Rigby, D. L., Roesler, C., Kogler, D., Boschma, R., & Balland, P.-A. (2019). *Do EU regions benefit from smart specialization?*

- Rigby, D. L., Roesler, C., Kogler, D., Boschma, R., & Balland, P.-A. (2022). Do EU regions benefit from Smart Specialisation principles? *Regional Studies*, 56(12), 2058–2073. <https://doi.org/10.1080/00343404.2022.2032628>
- Rios, V. (2016). *The impact of crime and violence on economic sector diversity*. <https://semanticscholar.org/paper/0c757864ff673e4a2853d6a96a07d03e0a1ea9fa>
- Roca, R. (2024). *La demanda eléctrica mundial para vehículos eléctricos se multiplicará por siete hasta 2030*. <https://elperiodicodelaenergia.com/la-demanda-electrica-mundial-para-vehiculos-electricos-se-multiplicara-por-siete-hasta-2030/>
- Rodríguez, D., Serrano, H. A., Delgado, A., Nolasco, D., & Saltiel, G. (2020). De residuo a recurso. Cambiando paradigmas para intervenciones más inteligentes para la gestión de aguas residuales en América Latina y el Caribe. *Grupo Banco Mundial*. <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/9ef72d05-bbf8-5d5e-bb4b-e5c42bca2196/content>
- Rodríguez, M. B., Zafra, S. L., & Quintero Ortega, S. P. (2015). La revisión sistemática de la literatura científica y la necesidad de visualizar los resultados de las investigaciones. *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*, 7(1). <https://doi.org/10.22335/rlct.v7i1.232>
- Romero, J. P., Freitas, E., Silveira, F., Britto, G., Cimini, F., & Jayme Jr., F. G. (2024). Complexity-based diversification strategies: A new method for ranking promising activities for regional diversification. *Spatial Economic Analysis*, 1–24. <https://doi.org/10.1080/17421772.2024.2384744>

- Romero, J. P., & Gramkow, C. (2020). *Economic Complexity and Greenhouse Gas Emission Intensity*.
<https://semanticscholar.org/paper/abfcaa19a353e67957e0ffcd3053852e9b1a5091>
- Romero, J. P., & Gramkow, C. (2021). Economic complexity and greenhouse gas emissions. *World Development*, 139, 105317. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105317>
- Ruiz, J. R., & Acevedo, A. A. (2018). Sistema semiautomático para la manufactura de placas de circuitos impresos (pcb) utilizando el método de serigrafía. *Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua*.
<https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/8328/1/98157.pdf>
- Sabariego-Puig, M. (2014). *El análisis cualitativo de datos con ATLAS.ti*. 7.
- Safi, A., Wei, X., Sansaloni, E. M., & Umar, M. (2023). Breaking down the complexity of sustainable development: A focus on resources, economic complexity, and innovation. *Resources Policy*, 83, 103746. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103746>
- Sanahuja, J. A. (2021). *Pacto Verde Europeo: El giro ambiental de un actor global*. 27.
- Santoalha, A., & Boschma, R. (2020). Diversifying in green technologies in European regions: Does political support matter? *Regional Studies*, 55, 182–195.
<https://doi.org/10.1080/00343404.2020.1744122>
- Sauvage, J. (2014). *The stringency of environmental regulations and trade in environmental goods*. <https://www.oecd-ilibrary.org/content/paper/5jxrjn7xsnmq-en>

SECIHTI. (2025). *Programas Nacionales Estratégicos – SECIHTI*. <https://secihti.mx/pronaces/>

SEMARNATH. (2021). *Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Hidalgo*.

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/810373/39_ProAire_Hidalgo.pdf

Sen, A. (2015). *La idea de la justicia*. Taurus.

Serrano, A. (2011). *La Economía Verde desde una perspectiva de América Latina*. Fundación Friedrich Ebert ILDIS : Centro de Estudios Fiscales CEF ; EcoEcoEs Asociación Ecológica en España.

Shahzad, U., Fareed, Z., Shahzad, F., & Shahzad, K. (2021). Investigating the nexus between economic complexity, energy consumption and ecological footprint for the United States: New insights from quantile methods. *Journal of Cleaner Production*, 279, 123806. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123806>

Sheinbaum, C. (2024). *100 pasos para la transformación*. <https://claudiasheinbaumpardo.mx/wp-content/uploads/2024/03/CSP100.pdf>

Siddaway, A. P., Wood, A. M., & Hedges, L. V. (2019). How to Do a Systematic Review: A Best Practice Guide for Conducting and Reporting Narrative Reviews, Meta-Analyses, and Meta-Syntheses. *Annual Review of Psychology*, 70(1), 747–770. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010418-102803>

- Simdi, H., & Seker, A. (2022). A change is gonna come: Will traditional meat production end? *Environmental Science and Pollution Research*, 29(20), 30470–30485. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17829-0>
- Smith-Godfrey, S. (2016). Defining the Blue Economy. *Maritime Affairs: Journal of the National Maritime Foundation of India*, 12(1), 58–64. <https://doi.org/10.1080/09733159.2016.1175131>
- Stojkoski, V., Koch, P., & Hidalgo, C. (2022). *Multidimensional Economic Complexity: How the Geography of Trade, Technology, and Research Explain Inclusive Green Growth*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Multidimensional-Economic-Complexity%3A-How-the-of-Stojkoski-Koch/dc7738a846af9769fb04369fe19c83cc7e5d125b>
- Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509–533. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0266\(199708\)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199708)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z)
- TopUniversities. (2022). *University of Economics Ho Chi Minh City, Viet Nam*. Top Universities. <https://www.topuniversities.com/universities/university-economics-ho-chi-minh-city-viet-nam>
- UNEP. (2018, octubre 23). *Economía Verde*. UNEP - UN Environment Programme. <http://www.unep.org/es/regiones/america-latina-y-el-caribe/iniciativas-regionales/promoviendo-la-eficiencia-de-recursos-1>

- UNEP. (2023). *Green Economy*. UNEP - UN Environment Programme.
<http://www.unep.org/regions/asia-and-pacific/regional-initiatives/supporting-resource-efficiency/green-economy>
- UNESCO. (2005). *Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible, 2005-2014: El Decenio en pocas palabras—UNESCO Biblioteca Digital*.
https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000141629_spa
- United for Efficiency. (2019). *Transformadores: Documento informativo sobre política energética*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
https://united4efficiency.org/wp-content/uploads/2019/03/Transformers_Policy-Brief_SPANISH.pdf
- UNSD. (2024). *UNSD — Classifications on economic statistics*.
<https://unstats.un.org/unsd/classifications/Econ#Correspondences>
- Valette, J. (2018). Do Migrants Transfer Productive Knowledge Back to Their Origin Countries? *The Journal of Development Studies*, 54(9), 1637–1656.
<https://doi.org/10.1080/00220388.2017.1333109>
- van Eck, N. J., Waltman, L., Dekker, R., & van den Berg, J. (2010). A comparison of two techniques for bibliometric mapping: Multidimensional scaling and VOS. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 61(12), 2405–2416.
<https://doi.org/10.1002/asi.21421>

- Vargas Pineda, O. I., Trujillo González, J. M., & Torres Mora, M. A. (2017). La economía verde: Un cambio ambiental y social necesario en el mundo actual. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 8(2), 175–186. <https://doi.org/10.22490/21456453.2044>
- Verpoort, P. C., Gast, L., Hofmann, A., & Ueckerdt, F. (2024). Impact of global heterogeneity of renewable energy supply on heavy industrial production and green value chains. *Nature Energy*, 9(4), 491–503. <https://doi.org/10.1038/s41560-024-01492-z>
- Vu, T. V. (2020a). Does LGBT Inclusion Promote National Innovative Capacity? *WGSRN: Other Economic Approaches (Sub-Topic)*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3523553>
- Vu, T. V. (2020b). Economic complexity and health outcomes: A global perspective. *SOCIAL SCIENCE & MEDICINE*, 265. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2020.113480>
- Wang, Z., Ben Jebli, M., Madaleno, M., Doğan, B., & Shahzad, U. (2021). Does export product quality and renewable energy induce carbon dioxide emissions: Evidence from leading complex and renewable energy economies. *Renewable Energy*, 171, 360–370. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.02.066>
- Whetsell, T. A., Dimand, A.-M., Jonkers, K., Baas, J., & Wagner, C. S. (2021). Democracy, Complexity, and Science: Exploring Structural Sources of National Scientific Performance. *SCIENCE AND PUBLIC POLICY*, 48(5), 697–711. <https://doi.org/10.1093/scipol/scab036>

- Wiktor-Mach, D. (2020). What role for culture in the age of sustainable development? UNESCO's advocacy in the 2030 Agenda negotiations. *International Journal of Cultural Policy*, 26(3), 312–327. <https://doi.org/10.1080/10286632.2018.1534841>
- World Bank. (2024). *World Bank Open Data*. World Bank Open Data. <https://data.worldbank.org>
- World Trade. (2017). *Green products*. <https://insidetrade.com/daily-news/ngo-leaks-ega-product-list-finds-only-20-percent-items-would-help-environment>
- Yilanci, V., & Pata, U. K. (2020). Investigating the EKC hypothesis for China: The role of economic complexity on ecological footprint. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(26), 32683–32694. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09434-4>
- You, W., Zhang, Y., & Lee, C.-C. (2022). The dynamic impact of economic growth and economic complexity on CO2 emissions: An advanced panel data estimation. *Economic Analysis and Policy*, 73, 112–128. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2021.11.004>
- Young, C. E. (2016). Economía verde en Brasil: Desencuentros y posibilidades. *Politika ISSN 2358-9841*, 4, 88–100.
- Yu, Y., & Qayyum, M. (2022). Impacts of financial openness on economic complexity: Cross-country evidence. *INTERNATIONAL JOURNAL OF FINANCE & ECONOMICS*. <https://doi.org/10.1002/ijfe.2491>

Yue, J., & Zhou, S. (2018). Democracy's comparative advantage: Evidence from aggregated trade data, 1962–2010. *World Development*, *111*, 27–40.
<https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2018.06.018>

Zacarias-López, A. Z., González-Gómez, D. X., & Rodríguez-Juárez, E. (2021). Producción y consumo de las energías renovables. La energía eólica en México. *Mundo FESC*, *11*(S3), Article S3. <https://doi.org/10.61799/2216-0388.831>