



Modelos multisectoriales para el análisis de la bioeconomía en España

Valeria Ferreira Gregorio

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi doctoral i la seva utilització ha de respectar els drets de la persona autora. Pot ser utilitzada per a consulta o estudi personal, així com en activitats o materials d'investigació i docència en els termes establerts a l'art. 32 del Text Refós de la Llei de Propietat Intel·lectual (RDL 1/1996). Per altres utilitzacions es requereix l'autorització prèvia i expressa de la persona autora. En qualsevol cas, en la utilització dels seus continguts caldrà indicar de forma clara el nom i cognoms de la persona autora i el títol de la tesi doctoral. No s'autoritza la seva reproducció o altres formes d'explotació efectuades amb finalitats de lucre ni la seva comunicació pública des d'un lloc aliè al servei TDX. Tampoc s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant als continguts de la tesi com als seus resums i índexs.

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis doctoral y su utilización debe respetar los derechos de la persona autora. Puede ser utilizada para consulta o estudio personal, así como en actividades o materiales de investigación y docencia en los términos establecidos en el art. 32 del Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual (RDL 1/1996). Para otros usos se requiere la autorización previa y expresa de la persona autora. En cualquier caso, en la utilización de sus contenidos se deberá indicar de forma clara el nombre y apellidos de la persona autora y el título de la tesis doctoral. No se autoriza su reproducción u otras formas de explotación efectuadas con fines lucrativos ni su comunicación pública desde un sitio ajeno al servicio TDR. Tampoco se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al contenido de la tesis como a sus resúmenes e índices.

WARNING. Access to the contents of this doctoral thesis and its use must respect the rights of the author. It can be used for reference or private study, as well as research and learning activities or materials in the terms established by the 32nd article of the Spanish Consolidated Copyright Act (RDL 1/1996). Express and previous authorization of the author is required for any other uses. In any case, when using its content, full name of the author and title of the thesis must be clearly indicated. Reproduction or other forms of for profit use or public communication from outside TDX service is not allowed. Presentation of its content in a window or frame external to TDX (framing) is not authorized either. These rights affect both the content of the thesis and its abstracts and indexes.



MODELOS MULTISECTORIALES PARA EL ANÁLISIS DE LA BIOECONOMÍA EN ESPAÑA

Valeria Ferreira Gregorio



TESIS DOCTORAL
2021

Valeria Ferreira Gregorio

**MODELOS MULTISECTORIALES PARA EL ANÁLISIS DE LA
BIOECONOMÍA EN ESPAÑA**

Tesis Doctoral

Dirigida por:

Dr. Antonio Terceño Gómez

Dra. Laia Pié Dols



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Departamento de Gestión de Empresas

2021



DEPARTAMENT DE GESTIÓ D'EMPRESES
Universitat Rovira i Virgili

Facultat d'Economia i Empresa

FAIG CONSTAR que aquest treball, titulat “**Models multisectorials per l'anàlisi de la Bioeconomia a Espanya**”, que presenta **Valeria Ferreira Gregorio** per a l'obtenció del títol de Doctor, ha estat realitzat sota la meva direcció al **Departament de Gestió d'Empreses** d'aquesta universitat.

HAGO CONSTAR que el presente trabajo, titulado “**Modelos multisectoriales para el análisis de la Bioeconomía en España**”, que presenta **Valeria Ferreira Gregorio** para la obtención del título de Doctor, ha sido realizado bajo mi dirección en el **Departamento de Gestión de Empresas** de esta universidad.

I STATE that the present study, entitled “**Multisectoral models applied to the analysis of the Bioeconomy in Spain**”, presented by **Valeria Ferreira Gregorio** for the award of the degree of Doctor, has been carried out under my supervision at the **Department of Business Management** of this university.

Reus, 30 d'octubre de 2020/ Reus, 30 de octubre de 2020/ Reus, October 30th, 2020

Els directors de la tesis doctoral

Los directores de la tesis doctoral

Doctoral Thesis Supervisors

Antonio
Terceño
Gómez - DNI
39665172Q
(AUT)

Firmado digitalmente por Antonio
Terceño Gómez - DNI 39665172Q
(AUT)
Nombre de reconocimiento (DN):
c=ES, o=Universitat Rovira i Virgili,
2.5.4.97=VATES-Q9350003A,
ou=Treballador públic de nivell alt
d'autenticació, sn=Terceño
Gómez - DNI 39665172Q,
givenName=Antonio,
serialNumber=IDCES-39665172Q,
cn=Antonio Terceño Gómez - DNI
39665172Q (AUT)
Fecha: 2020.10.31 14:15:51 +01'00'

PIE DOLS,
LAIA
(AUTENTI
CACIÓ)

Firmado
digitalmente por
PIE DOLS, LAIA
(AUTENTICACIÓN)
Fecha: 2020.11.05
12:00:33 +01'00'

Agradecimientos

Me gustaría dedicar este apartado para agradecer a aquellas personas que han estado conmigo en este camino, que ha sido tan especial para mí.

En primer lugar, quiero agradecer a mis directores de tesis, Antonio y Laia. Primero, por darme la oportunidad de hacer la tesis doctoral con ellos y formar un gran equipo. Pero también por el apoyo recibido en estos años. Creo profundamente que dirigir una tesis va más allá de ser el director, es comprometerse, es apoyar y animar al doctorando en los momentos más difíciles y festejar juntos cada logro. Por eso, tengo que agradecerles no solo por ejercer su papel de directores, sino también por estar ahí siempre. Por cada reunión, por cada video llamada, por cada mensaje de ánimo y por estar en los momentos más duros, siempre animándome.

Antonio, gracias por creer en mí, porque estoy segura que a pesar de poder tener ciertas dudas sobre mis ideas, siempre me demostraste confianza y apoyo en cualquier propuesta. Gracias por tu buen humor y chistes que hacían de cada reunión única. Pero en especial, gracias porque además de ser un gran académico, no dejabas de ser una gran persona. Gracias por tus consejos y por tu generosidad, siempre estaré en deuda contigo.

Laia, gracias por estar siempre. Desde nuestra primer salida juntas ya me cuenta que tendríamos una relación muy especial, y así fue. Porque para mí, además de mi directora, sos una amiga. Esta tesis me deja también muchos lindos recuerdos juntas, cada viaje, con esas largas caminatas nuestras, cada congreso, visitas y muchas charlas. Gracias por cada fin de semana o eternas reuniones que tuviste que estar ausente, gracias a Anna por prestarme a su mami. Pero en especial, gracias también por acompañarme siempre, estar pendiente de todo y confiar mucho en mí, por tu seguridad y por ser siempre tan positiva. Por cada “Tu tranquila Vale”, o un “No pateixis”, frases muy repetidas en estos tres años, que fueron un empujoncito en los momentos más duros.

Agradecimientos

Me gustaría agradecer también a la Facultad de Economía y Empresa de la Universitat Rovira i Virgili, y en especial al Departamento de Gestión de Empresas, por darme la oportunidad de poder realizar la tesis doctoral. Pero además, a cada uno de los que forman parte, son una gran familia que hizo que estos años sean muy especiales para mí. Gracias por la amabilidad en cada visita al departamento. Gracias a cada uno de mi área por estar siempre para animarme y para ayudarme con dudas y con mis clases. Y a los demás, muchas gracias por los almuerzos juntos, por tantas charlas y por algún que otro café, que hacen de la rutina de trabajo algo muy especial.

Agradezco también el apoyo financiero recibido de la beca Martí i Franquès COFUND, financiada por la URV y por la Unión Europea, bajo el programa *European Union's Horizon 2020-Marie Skłodowska-Curie*, convenio de subvención No. 713679 y No. 945413.

No puedo terminar los agradecimientos de la facultad, sin mencionar especialmente a mis compañeros del despacho AS11 con quienes diariamente nos apoyamos en este camino. Pero principalmente, a dos grandes amigos que he ganado en estos años. Gracias a ti Ignacio (mi chamo) y a Maria. Por aguantarme, por escucharme, por festejar juntos cada logro y también cada derrota. Por estar siempre, dónde sea, cuando más los necesitaba. Por hacer de ese despacho un lugar muy especial para mí.

Fuera de la facultad, tengo que agradecer a varias personas que me han ayudado puntualmente y que han sido claves en la elaboración de mi tesis. Gracias a Alfredo Mainar por estar siempre disponible ante cada una de todas mis dudas y a Vicent Alcántara por tus aportes, correcciones e ideas. Y a todos, los que seguramente he molestado con alguna duda o solicitando alguna explicación y han estado siempre dispuestos a ayudarme.

También me gustaría agradecer de forma muy especial a quienes me acompañaron durante mi estancia en Viena en el "WU Institute for Ecological Economics", haciendo de la misma una experiencia increíble. Principalmente a Martin

Bruckner, Stefan Giljum y Liesbeth de Schutter, porque además de recibirme con los brazos abiertos, me integraron y ayudaron en todo momento. Gracias por dejarme formar parte de su increíble grupo y por cada almuerzo o “punsch” compartido.

A veces, para los que están fuera del ámbito académico, es más complicado entender este camino. Y a pesar de esto, tengo que agradecer mucho a los que siempre estuvieron ahí.

A mis padres, por dejarme creer que los sueños están para hacerlos realidad y por apoyarme en cada uno de ellos. Muchas gracias por el apoyo incondicional en cada decisión, demostrando siempre que ahí estarán. Eso para mí, es más que suficiente, y da muchas fuerzas para seguir adelante como sea. Porque son las personas más resilientes que conozco, unos guerreros de vida y un ejemplo a seguir. Gracias por enseñarme lo simple que es ser feliz.

Gracias también a mis hermanos y a Emma, porque a pesar de la distancia seguimos más unidos que nunca. Gracias Juanjo por compartir esto conmigo, por tantas charlas científicas y video llamadas de alegría. Cami, mi compañera de tantas aventuras y vinitos, gracias por cada reencuentro de estos años, indispensables para recargar las energías para seguir. Gracias Agus, por recordarnos que lo más importante es vivir, pero principalmente, demostrarnos que a pesar de tocar fondo, siempre se puede seguir adelante. Gracias por todo.

A mis amigas, las que me apoyan desde acá y las que a pesar de la distancia, han estado y sé que siempre estarán. Porque nos une algo muy especial, y sé que sin el apoyo de ustedes esto no hubiera sido igual. Por tantas risas, lágrimas, video llamadas, tantos momentos compartidos y alguna que otra despedida. Porque cada una ocupa un lugar muy especial para mí.

Al resto de mi familia, abuelos, primos, a la familia de Marco, y a todas aquellas personas que aportaron un granito de arena en este camino y que seguramente en estos momentos me he olvidado de mencionar.

Agradecimientos

Y por último, pero seguramente el que se llevó la peor parte, muchas gracias Marco. Por ser sobre toda las cosas un gran compañero de vida y mi mejor amigo. Porque sin tu compañía este camino hubiera sido muy difícil. Perdón por cada ausencia y gracias por cada momento de aliento. Porque sos mi mayor ejemplo de perseverancia, enseñándome cada día que nunca hay que rendirse y siempre luchar por lo que se quiere. Gracias por acompañarme en esta y en cada una de las locuras que nos planteamos juntos. Porque sin tu ánimo, mi ilusión no es la misma. Porque acá estamos solos, y sabemos que no ha sido fácil, pero nos tenemos el uno al otro y así, juntos, todo parece más sencillo. Gracias por estar siempre, de forma incondicional. Gracias por tanto.

A mis padres, por ser los mejores y creer en mí.

A Marco, por estar siempre, juntos a la par.

«Mi propia razón para afirmar que la economía deber ser una rama de la biología interpretada de forma amplia, descansa en el nivel más elemental de la cuestión. Somos una de las especies biológicas de este planeta, y como tal estamos sometidos a todas las leyes que gobiernan la existencia de la vida terrestre. Efectivamente somos una especie única, pero no porque hayamos obtenido el control total de los recursos de nuestra existencia (...) la única característica que diferencia a la humanidad de todas las otras especies (...) es que somos la única especie que en su evolución ha violado los límites biológicos» (Georgescu-Roegen 1977, p. 313, citado en Carpintero, 2005).

«...la teoría económica es en esencia bioeconomía desde el momento en que atiende a la evolución y a la existencia de la humanidad como especie, y no sólo como un individuo que busca nada más que la maximización de su utilidad o beneficio personal» (Georgescu-Roegen 1983, p. 3, citado en Carpintero, 2005).¹

¹ Carpintero, O. (2005). El desafío de la bioeconomía. *Ecología Política*, (30), 41-58. Este texto reproduce el capítulo VI del libro de Óscar Carpintero: *La bioeconomía de Nicholas Georgescu-Roegen*, Barcelona, Montesinos, 2006. Las frases citadas se encuentran en las páginas 46 y 55 del mencionado texto. Además, el autor señala que lo que Georgescu-Roegen llamó bioeconomía hoy se enfoca en disciplinas como la economía ecológica o la ecología industrial.

Resumen

Esta tesis se enfoca en la bioeconomía en España. El objetivo es analizar la contribución de los productos de la bioeconomía e identificar aquellos considerados estratégicos en términos de generación de riqueza y empleo. Para ello se construye la matriz de contabilidad social de bioeconomía simétrica a precios básicos para España 2010. La matriz construida permite obtener un análisis descriptivo de la bioeconomía española, como también aplicar modelos multisectoriales con diversas técnicas de análisis estructural clasificadas dentro de los métodos tradicionales y de extracción hipotética.

Los resultados son útiles para conocer la estructura y los vínculos que existen entre las cuentas, obteniendo información sobre el potencial que tiene cada una de las pertenecientes a la bioeconomía de generar incrementos de renta o empleo en el resto de la economía, o interpretar cómo se vería afectada el resto de la economía ante su hipotética extracción. Analizando los mismos, es posible indicar cuáles son las cuentas más adecuadas para promover la bioeconomía y fomentar el crecimiento económico.

Los resultados obtenidos muestran que la bioeconomía española se encuentra más enfocada en los sectores tradicionales de agricultura, biomasa y alimentación, y aún no ha desarrollado su potencial en productos de base biológica más innovadores. En consecuencia, estos sectores también deben promoverse para fomentar la bioeconomía española.

Las conclusiones finales de esta tesis permiten comprender cómo se comporta la bioeconomía en España y evaluar posibles medidas para impulsar su desarrollo. Una de las principales conclusiones es que varios productos de la bioeconomía española pueden considerarse claves o impulsores capaces de estimular la economía y el empleo a través de medidas de inversión exógenas.

Este tipo de información es importante, especialmente para los responsables políticos en los procesos de toma de decisiones relacionados con planes e inversiones cuyo objetivo es la promoción de la Bioeconomía en España.

Abstract

The focus of this thesis is the bioeconomy in Spain. The aim is to analyse the contribution of the bioeconomy products, enabling us to identify those that are strategic in terms of generating wealth and employment. For this purpose, the symmetric bioeconomy social accounting matrix with basic prices for Spain for the year 2010 was constructed, from which we were able to obtain a descriptive analysis of the Spanish bioeconomy and to apply it to multisectoral linear models and various analysis techniques classified within the traditional and hypothetical extraction methods.

The results are useful to study the structure and linkages between sectors, providing information on the capacity of each bioeconomy account to generate income or increase employment in the rest of the economy, and explaining how the rest of the economy would be affected by their hypothetical extraction. This study enabled us to specify the most suitable accounts that will drive the development of the bioeconomy and economic growth.

The results demonstrate that the Spanish bioeconomy is still focused on traditional sectors (such as agriculture, biomass, and food) and has not yet developed its potential in more innovative bio-based products. Consequently, these sectors should also be promoted to shift towards a bio-based economy in Spain.

The final conclusions of this thesis thereby provide the opportunity to understand the behaviour of the bioeconomy in Spain and to evaluate possible measures that can be taken to promote its development. One of the main conclusions is that many products of the Spanish bioeconomy can be considered keys or drivers able to stimulate the economy and employment through exogenous investment measures. This type of information is important, especially for policy makers in decision-making processes relating to plans and investments whose objective is the promotion of the Spanish Bioeconomy.

Resum

Aquesta tesi s'enfoca en la bioeconomia a Espanya. L'objectiu és analitzar la contribució dels productes de la bioeconomia i identificar aquells considerats estratègics en termes de generació de riquesa i ocupació. Per això, es construeix la matriu de comptabilitat social de bioeconomia simètrica a preus bàsics per a Espanya 2010. La matriu construïda permet obtenir una anàlisi descriptiva de la bioeconomia espanyola, com també aplicar models multisectorials i diverses tècniques d'anàlisi estructural classificades dins dels mètodes tradicionals i d'extracció hipotètica.

Els resultats són útils per a conèixer l'estructura i els vincles que existeixen entre els comptes; obtenir informació sobre el potencial que té cadascuna dels comptes analitzats de la bioeconomia de generar increments de renda o ocupació en la resta de l'economia, o interpretar com es veuria afectada la resta de l'economia davant la seva hipotètica extracció. Amb aquests resultats, és possible indicar quins són els comptes més adequats per a promoure la Bioeconomia i fomentar el creixement econòmic.

Els resultats obtinguts demostren que la bioeconomia espanyola es troba més enfocada als sectors tradicionals d'agricultura, biomassa i alimentació, i encara no ha desenvolupat el seu potencial en bioproductes més innovadors. En conseqüència, aquests sectors també han de promoure's per a fomentar la bioeconomia a Espanya.

Les conclusions finals d'aquesta tesi permeten comprendre com es comporta la bioeconomia a Espanya i avaluar possibles mesures per a impulsar el seu desenvolupament. Una de les principals conclusions és que diversos productes de la bioeconomia espanyola poden considerar-se claus o impulsors capaços d'estimular l'economia i l'ocupació a través de mesures d'inversió exògenes.

Aquest tipus d'informació és important, especialment per als responsables polítics en els processos de presa de decisions relacionats amb plans i inversions l'objectiu de les quals és la promoció de la Bioeconomia espanyola.

Índice de Contenido

INTRODUCTION (INTRODUCCIÓN)	1
REFERENCES.....	7
CAPÍTULO 1. BIOECONOMÍA: ANTECEDENTES Y REVISIÓN DE LA LITERATURA	8
1.1. CONTEXTO ACTUAL	9
1.2. BIOECONOMÍA.....	11
1.2.1. Origen y definición.....	11
1.2.2. Principales sectores de la Bioeconomía	13
1.2.3. Políticas e impacto de la Bioeconomía	15
1.3. REVISIÓN DE LA LITERATURA	19
1.3.1. Una revisión sistemática de la literatura sobre las tendencias en publicaciones sobre economía Bio, Verde y Circular en los ámbitos de economía y gestión empresarial.	19
1.3.1.1. Método y análisis descriptivo de la literatura	19
1.3.1.2. Categorización y análisis de contenido de la literatura	25
1.3.2. Revisión de la literatura sobre metodologías, variables y bases de datos utilizadas para medir los impactos económicos, sociales y ambientales de la Bioeconomía	42
1.3.2.1. Económico.....	46
1.3.2.2. Ambiental.....	47
1.3.2.3. Social	49
1.4. CONCLUSIONES.....	50
REFERENCIAS	53
ANEXO I.....	71
CAPÍTULO 2. MATRICES DE CONTABILIDAD SOCIAL: UNA APLICACIÓN PARA LA BIOECONOMÍA EN ESPAÑA	82
2.1. INTRODUCCIÓN	83
2.2. MATRICES DE CONTABILIDAD SOCIAL Y LA BIOECONOMÍA.....	85

	<i>Índice</i>
2.2.1. Estructura de una SAM	85
2.2.2. Estructura de una BioSAM	88
2.3. CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ SOCIAL DE CONTABILIDAD SIMÉTRICA PARA LA BIOECONOMÍA DE ESPAÑA	91
2.3.1. Conversión en una matriz de origen y destino a precios básicos.....	91
2.3.1.1. Obtención de la tabla de origen a precios básicos	92
2.3.1.2. Obtención de la tabla de destino a precios básicos.....	93
2.3.2. Conversión en una tabla simétrica producto por producto	94
2.3.3. Estructura de la SAM simétrica para la Bioeconomía de España 2010.....	99
2.4. CONCLUSIONES.....	108
REFERENCIAS	111
ANEXO II.....	116
CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE MULTIPLICADORES CONTABLES CON LA SAM DE BIOECONOMÍA: UNA APLICACIÓN PARA ESPAÑA.....	122
3.1. INTRODUCCIÓN	123
3.2. EL MODELO LINEAL SAM Y LOS MULTIPLICADORES	127
3.2.1. El modelo lineal SAM	127
3.2.2. Descomposición de la matriz de multiplicadores contables	132
3.2.3. Multiplicador de empleo	136
3.2.4. Análisis del sector exterior en modelos lineales SAM.....	137
3.2.4.1. Descomposición de multiplicadores para el análisis del sector exterior.....	138
3.2.4.2. Endogenización del efecto de las importaciones para el análisis del sector exterior.....	140
3.3. APLICACIÓN EMPÍRICA PARA LA SAM DE BIOECONOMÍA SIMÉTRICA DE ESPAÑA 2010	142
3.3.1. Matriz de multiplicadores contables	143
3.3.2. Descomposición de multiplicadores.....	147
3.3.3. Multiplicador de empleo	155
3.3.4. Análisis del sector exterior	157
3.3.4.1. Análisis con descomposición de multiplicadores	157
3.3.4.2. Análisis con el efecto de las importaciones endógeno.....	161

	<i>Índice</i>
3.4. CONCLUSIONES.....	164
REFERENCIAS	167
ANEXO III.....	172
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA CON ENFOQUE EN LA BIOECONOMÍA	179
4.1. INTRODUCCIÓN	180
4.2. LINKAGES	184
4.2.1. Backward Linkage	186
4.2.2. Forward Linkage.....	187
4.3. METODOLOGÍAS PARA REALIZAR EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UNA ECONOMÍA	190
4.3.1. Métodos tradicionales	190
4.3.1.1. Metodología de Rasmussen (1956) y Hirschman (1958).....	191
4.3.1.2. Variación en el cálculo del FL.....	195
4.3.1.3. Matriz producto multiplicador y visualización con paisaje tridimensional	196
4.3.2. Métodos de extracción hipotética.....	198
4.3.2.1. Propuesta Cella (1984) para obtener Total Linkage	203
4.3.2.2. Propuesta Dietzenbacher, Van der Linden y Steenge (1993) para obtener BL y FL.....	205
4.3.2.2.1. HEM: Backward Linkage	206
4.3.2.2.2. HEM: Forward Linkage	208
4.3.2.3. Extensión del modelo de extracción hipotética considerando una SAM	210
4.4. ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA ECONÓMICA DE LA BIOECONOMÍA ESPAÑOLA	212
4.4.1. Aplicación metodología tradicional	214
4.4.1.1. Análisis estructural según Rasmussen (1956) y Hirschman (1958)	214
4.4.1.2. Análisis estructural según Rasmussen y variación en cálculo del FL	220
4.4.1.3. Matriz producto multiplicador y paisaje tridimensional	224
4.4.2. Aplicación de la Metodología de Extracción Hipotética.....	227
4.4.2.1. HEM: Total Linkage según Cella (1984).....	227
4.4.2.2. HEM: Backward y Forward Linkage según Dietzenbacher et al. (1993)	230

4.4.2.2.1. Aplicación empírica y resultados del Backward Linkage.....	230
4.4.2.2.2. Aplicación empírica y resultados del Forward Linkage.....	234
4.5. DISCUSIONES DE LOS RESULTADOS SEGÚN LAS DIFERENTES METODOLOGÍAS Y CONCLUSIONES.....	238
REFERENCIAS	247
ANEXO IV	253
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONS (CONCLUSIONES FINALES)	256
5.1 SUMMARY OF MAIN RESULTS AND CONCLUSIONS	257
5.2 LIMITATIONS.....	263
5.3 FUTURE LINE OF RESEARCH.....	264
REFERENCES.....	268

Índice de Tablas

Tabla 1.1. Revistas con cuatro o más documentos publicados	22
Tabla 1.2. Definición de categorías	26
Tabla 1.3. Categorías de publicaciones por tema	27
Tabla 1.4. Resumen de metodologías, variables y base de datos utilizadas para medir los impactos de la Bioeconomía	455
Tabla 2.1. Estructura SAM básica	86
Tabla 2.2. Estructura BioSAM simplificada	90
Tabla 2.3. Cuentas de la SAM de Bioeconomía para España	99
Tabla 2.4. Estructura SAM Bioeconomía simétrica producto por producto para España	101
Tabla 2.5. Productos con su detalle agregado	105
Tabla 3.1. Ejemplo SAM con cuentas endógenas y exógenas	129
Tabla 3.2. Ejemplo de SAM Bioeconomía para España.....	130
Tabla 3.3. Cuentas endógenas y exógenas en la SAM de Bioeconomía para España .	143
Tabla 3.4. Multiplicadores contables netos en la SAM Bioeconomía España 2010	146
Tabla 3.5. Descomposición de los multiplicadores contables netos. Efecto difusión..	150
Tabla 3.6. Descomposición de los multiplicadores contables netos. Efectos absorción	153
Tabla 3.7. Efectos multiplicadores netos de difusión y absorción (con el sector exterior endógeno).....	160
Tabla 3.8. Efecto multiplicador de difusión y posición de cada cuenta según diferentes metodologías que incluyen el sector exterior como endógeno	163
Tabla 4.1. Clasificación de sectores de acuerdo a su valor de BL y FL.....	194
Tabla 4.2. Productos clasificados como Impulsores	216
Tabla 4.3. Productos clasificados como Independientes	219
Tabla 4.4. Productos clasificados como Claves	220

Tabla 4.5. Productos clasificados como Impulsores	221
Tabla 4.6. Productos clasificados como Base.....	222
Tabla 4.7. Productos clasificados como Independientes.....	222
Tabla 4.8. Total linkages: valores absolutos y relativos	229
Tabla 4.9. Resultados absolutos y relativos para el BL	232
Tabla 4.10. Resultados absolutos y relativos para el FL.....	237
Tabla 4.11. Resultados clasificación productos según cada metodología.....	240

Índice de Figuras

Figura 1.1. Búsqueda acotada a las palabras claves	22
Figura 1.2. Publicaciones por tema y por año.....	23
Figura 1.3. Procedencia de la literatura sobre Economía Circular (CE) según la afiliación de los autores (número de artículos)	24
Figura 1.4. Procedencia de la literatura sobre Bioeconomía (BE) según la afiliación de los autores (número de artículos).....	24
Figura 1.5. Procedencia de la literatura sobre Economía Verde (GE) según la afiliación de los autores (número de artículos)	25
Figura 1.6. Evolución de las principales categorías.....	27
Figura 2.1. Transformación de la tabla de origen y de destino a precios básicos	92
Figura 2.2. Explicación básica de la transformación de una tabla de origen y destino en una tabla Input-Output.....	97
Figura 2.3. Flujos de productos desde la oferta hacia la demanda	107
Figura 3.1. Porcentaje de la descomposición de cada efecto del efecto difusión neto	151
Figura 3.2. Porcentaje de la descomposición de cada efecto del efecto absorción neto	154
Figura 3.3. Generación de empleo por productos de Bioeconomía en España 2010...156	
Figura 4.1. Clasificación de los productos de la Bioeconomía para España 2010 según Rasmussen.....	219
Figura 4.2. Clasificación de los productos de la Bioeconomía para España 2010 según Rasmussen y variación en el cálculo del FL	223
Figura 4.3. Paisaje tridimensional de los principales productos de la Bioeconomía en España.....	226

INTRODUCTION

(INTRODUCCIÓN)

In recent years, there has been a notable increase in interest in and concern about issues broadly related to climate change and sustainability, which may be a result of the now visible effects of climate change. The search for solutions to reduce these impacts has been transferred to all areas and is especially evident in political and economic decisions at the national and international level.

In the 2030 Agenda published in 2015, the United Nations established seventeen goals for sustainable development that must be addressed by all member countries, the main purposes of which are to end poverty, protect the planet, and improve everyone's lives and prospects (United Nations, 2015). Sustainable development is defined as the development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their needs. For this to happen, economic growth must be taken into account, together with social inclusion and the protection of the environment (World Commission on Environment and Development [WCED], 1987).

Throughout 2020, political reaction focused on these issues has intensified in the European Union. There has been the launch of the "European Green Deal" together with the "Just Transition Mechanism" and the "European Climate Law", the main priorities of which are fighting climate change and making Europe climate-neutral by 2050 (European Commission, 2019). Moreover, the European Union has created an economic recovery fund in response to the crisis caused by the COVID-19 pandemic, stating that this recovery should focus precisely on the environmental transition, aiming for a sustainable economy.

Within this context, the debate emerges about the current economic model based mainly on extracting resources, producing, and discarding, which generates resources scarcity, excess waste, greenhouse gases emissions, and loss of biodiversity. These environmental issues, together with the expected growth of the global population and our current lifestyles, demonstrate the need to look for alternative solutions focused on a sustainable path. The current economic model must be reconsidered,

incorporating these problems and focused mainly on resources efficiency and environmental protection.

Thus, the bioeconomy emerges as an opportunity and a means to address the need to focus on a more sustainable economy, avoiding dependence on non-renewable resources and helping to mitigate the effects of climate change. The bioeconomy includes all the economic activities that cover the production and use of renewable biological resources, and the conversion of these resources and their waste into value-added products such as food, feed, biological products, and bioenergy. Although it includes traditional activities such as agriculture, the “modern” bioeconomy also encompasses the production of other bio-based products such as biochemicals. The bioeconomy offers the possibility of finding new ways of supplying the same products based on the more efficient use of resources, reducing dependence on non-renewable resources, and avoiding resources depletion (European Commission, 2012).

The bioeconomy is considered to be a priority for the European Union, which launched its strategy in 2012, subsequently updating it in 2018. Its main goals are based on improving and expanding the sustainable use of renewable resources to ensure food security, mitigate the effects of climate change, efficiently manage natural resources, provide new sources of energy, and reduce dependence on fossil-based resources, consequently strengthening the European economy and employment (Egenolf & Bringezu, 2019; European Commission, 2012, 2018).

Many member countries have subsequently published their own national strategies focusing on the bioeconomy, including Spain in 2016, and some regional strategies have also been mapped out by the autonomous communities. Considering the bioeconomy as an essential part of economic activity, the objective is to achieve a “more diversified and environmentally sustainable” economy by 2030. The strategy, based on the science-economy and society triangle, promotes investment in innovation and research to generate knowledge and improve the use of organic raw materials to produce food, forest products, bio-products, and bioenergy. This impacts on the

creation of new products, increasing companies' competitiveness and the development of new economic activities, thereby generating new jobs (Gobierno de España, 2016; Lainez et al., 2018).

The main interest of this doctoral thesis is to research on the bioeconomy as a topic that intervenes not only in the economic field, but also in the environment and its consequences worldwide. The general objective is to contribute to knowledge of the bioeconomy in Spain. For this purpose, the economic structure and the interrelations between its accounts and the rest of the economy are analysed to identify the possible impact of bioeconomy products in terms of generating economic growth and employment. If the aim is to reduce the negative impact on the environment and to mitigate the consequences of climate change, analysis of the bioeconomy is a useful tool to provide key information essential for the development of socio-economic policies focused on the promotion of the bioeconomy sectors with future potential in Spain.

A social accounting matrix (SAM) with a detailed breakdown of the bioeconomy accounts for Spain in 2010 is used as a database. Linear multiplier models and various analysis techniques are used for their interpretation. These models provide the opportunity to analyse the interlinkages among products, final demand and the distribution of income, and the sectors belonging to the bioeconomy and the rest of the economy. This type of analysis sheds light on the contribution of each of the bioeconomy products and enables us to identify those that are strategic in terms of generating wealth and employment. These models are useful because they allow linear simulations to be made and the possible effects of applying measures to any of the exogenous accounts in the rest of the bioeconomy to be evaluated.

The results enable us to identify the most important sectors in the Spanish bioeconomy in 2010 and which of them will be useful to promote its future development. To do so, their capacity to stimulate production by influencing other sectors is considered, as well as how they can be influenced by changes in the rest of the sectors and their capacity to stimulate employment. This type of information is

important, especially for policy makers in decision-making processes related to plans and investments whose objective is the promotion of the Spanish Bioeconomy.

This doctoral thesis is divided into five chapters, each of which will have its own introduction, conclusions, references, and appendixes to facilitate its reading. In addition, there is an index for tables and figures, with the first number referenced to the chapter to which they belong.

Chapter 1 is an extensive literature review to know the current situation of the bioeconomy and to define the main research lines addressed. The review has two main parts. The first explores existing publications within the field of economics and business to know how the topic has been approached in the academic literature within these fields. The review also includes the publications that have been grouped under the concepts of the circular economy and the green economy, which are linked by the common objective of promoting a sustainable economy (D'Amato et al., 2017). Focused exclusively on the analysis of the bioeconomy, the second part explores the different methodologies, databases, and variables used to measure its economic, social, and environmental impact.

The database used in the rest of the thesis is constructed in Chapter 2. The lack of an available database that includes the breakdown of bio-based accounts belonging to the bioeconomy makes the official BioSAM (Bioeconomy Social Accounting Matrix), published by the Joint Research Centre (JRC) of the European Union for all member states, an important database (Mainar et al., 2018). Using the Spanish BioSAM, another contribution of this thesis is the construction of the symmetric SAM with basic prices for Spain for 2010. The constructed matrix also includes the breakdown of bio-based accounts belonging to the bioeconomy. The aim is to use this constructed matrix to analyse the economic importance of the bioeconomy products in Spain and their impact on job creation. This constructed matrix, in addition to being used for the descriptive analysis of the Spanish bioeconomy, also enables multisectoral model analysis to be

easily applied, while its framework will be useful for future research where aggregate environmental data are to be used.

Using the previously constructed matrix, Chapter 3 focuses on analysing the composition and characteristics of the bioeconomy in Spain through multisectoral linear SAM models. In this chapter, the matrix of accounting multipliers is calculated to see the linkages effects between different accounts taken as endogenous in the model. More especially, the diffusion and absorption multipliers are then calculated to evaluate the capacity of each account to generate wealth in the rest of the economy, and in particular the contribution of the bioeconomy sectors. The linkages are analysed in depth, decomposing the multipliers into their different effects, own, open, and circular, showing the relevance of the different circuits of interdependence. The economic analysis in this chapter is further complemented with the calculation of the employment multiplier to be able to identify the sectors where the variation of the final demand produces the greatest impact on employment generation. Last, Chapter 3 also analyses the influence of the foreign sector, considering two methodologies that have been identified as possible solutions to include its effects. The main objective is to know the influence of the foreign sector on Spanish income generation, specifically for the bioeconomy accounts.

A structural analysis of the Spanish bioeconomy based on the previously constructed matrix is proposed in Chapter 4. Different methodologies classified within the traditional and hypothetical extraction methods are used. The results are useful to study the structure and linkages between sectors in the bioeconomy in Spain, identifying the most important accounts that will drive the development of the bioeconomy and economic growth.

Last, the main conclusions of this doctoral thesis, the several limitations of this work, and some future lines of research that have opened up as a result of this study are covered in Chapter 5. While each chapter includes its own specific conclusions, this final chapter is a joint analysis of the general results of the study of the bioeconomy in Spain.

References

- D'Amato, D., Droste, N., Allen, B., Kettunen, M., Lähtinen, K., Korhonen, J., Leskinen, P., Matthies, B., & Toppinen, A. (2017). Green, circular, bio economy: A comparative analysis of sustainability avenues. *Journal of Cleaner Production*, 168, 716–734. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.053>
- Egenolf, V., & Bringezu, S. (2019). Conceptualization of an indicator system for assessing the sustainability of the bioeconomy. *Sustainability (Switzerland)*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/su11020443>
- European Commission. (2012). *Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe*. Directorate-General for Research and Innovation (European Commission). <https://doi.org/10.2777/6462>
- European Commission. (2018). *A sustainable bioeconomy for Europe: strengthening the connection between economy, society and the environment*. Directorate-General for Research and Innovation (European Commission). <https://doi.org/10.2777/792130>
- European Commission. (2019). *The European Green Deal*. Communication European Parliament. <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/ALL/?uri=CELEX:52019DC0640>
- Gobierno de España. (2016). *Estrategia Española de Bioeconomía. Horizonte 2030*. Ministerio de Economía y Competitividad. http://imaisd.usc.es/ftp/oit/documentos/1683_gl.pdf
- Lainez, M., González, J., Aguilar, A., & Vela, C. (2018). Spanish strategy on bioeconomy: Towards a knowledge based sustainable innovation. *New Biotechnology*, 40, 87–95. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.05.006>
- Mainar, A., Philippidis, G., & Caivano, A. (2018). *BioSAMs for the EU Member States: Constructing Social Accounting Matrices with a detailed disaggregation of the bio-economy* (JRC Technical Reports). European Commission- Joint Research Centre. <https://doi.org/10.2760/811691>
- United Nations. (2015). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. A New Era in Global Health. Springer Publishing Company. <https://doi.org/10.1891/9780826190123.ap02>
- World Commission on Environment and Development [WCED]. (1987). *The Brundtland report: 'Our common future'*. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>

CAPÍTULO 1

BIOECONOMÍA: ANTECEDENTES Y REVISIÓN DE LA LITERATURA

1.1. Contexto actual

En los últimos años ha incrementado la preocupación por cuestiones ambientales y los efectos negativos relacionados con la producción y el consumo que presenta el modelo económico actual. El principal objetivo a nivel mundial es enfocarse en un desarrollo sostenible definido por las Naciones Unidas en el *“Report of the World Commission on Environment and Development”* como el “desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (WCED, 1987, p.16).

Esto implica, basarse en un modelo económico que reconcilie la actividad económica con las preocupaciones sociales y el medio ambiente (Ramcilovic-Suominen & Pülzl, 2018). Los principales problemas ambientales abordados actualmente incluyen la preocupación por la disponibilidad de recursos naturales, el exceso de residuos y las emisiones de gases de efecto invernadero que afectan el calentamiento global y que ponen en riesgo nuestro modelo de vida y el de futuras generaciones (Aguilar et al., 2018). Con respecto a los recursos, por un lado, se estima un incremento en el uso de los mismos provocado por el aumento en la demanda de alimentos y bienes de consumo. Según la *Food and Agriculture Organization of the United Nations* [FAO] (2011) se espera un aumento del 70% dado el incremento previsto de la población que se estima llegará a 9.000 millones de habitantes en 2050 (Lewandowski, 2018). Si se considera además que el uso actual de los recursos es excesivo, explotándolos a un ritmo mayor que la propia capacidad que tienen de regeneración, se corre el riesgo de un colapso del ecosistema. El capital natural mal gestionado se convierte en una responsabilidad social y económica de todos, y su mantenimiento es necesario para asegurar el futuro de la humanidad (Wackernagel et al., 1999).

Por otro lado, las emisiones de gases de efecto invernadero han aumentado considerablemente a nivel global en los últimos años, a causa, principalmente de la combustión de combustibles fósiles, la deforestación y los procesos industriales (Lewandowski, 2018). Según el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático de la

ONU (IPCC), el calentamiento global influye fuertemente en las condiciones meteorológicas, el nivel del mar y el derretimiento del ártico. Por esta razón, el IPCC publicó en octubre de 2018 un informe cuyo objetivo es limitar el calentamiento global a un máximo de 1.5 °C, modificando el límite de 2°C que había sido establecido en el Acuerdo de París (2015). La diferencia de medio grado planteada, tendrá un gran impacto disminuyendo los problemas ambientales. Se plantea entonces que, para mantener el calentamiento global en estos valores, para el año 2030 las emisiones netas globales de dióxido de carbono deberían disminuir un 45% respecto a los valores de 2010 y lograr la “neutralidad de carbono” para 2050. Para que esto sea posible, es necesario realizar cambios en los sectores energéticos, industriales, de vivienda y transporte (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2018). A nivel mundial, el informe establece que para lograr los objetivos establecidos en 2050, la electricidad proveniente de energías renovables debería aumentar a un 70-85% para 2050 y disminuir el uso de combustibles fósiles hasta un 8% (IPCC, 2018).

En el caso de la Unión Europea, los objetivos de reducción de estas emisiones se basan en la utilización de energía de procedencia más limpia. Sin embargo, las fuentes de energía renovables aún siguen siendo marginales en la combinación energética europea debido a su mayor coste. Los valores para 2017 indican que, en la Unión Europea, los gases de efecto invernadero se han reducido un 21,9% entre 1990 y 2017 y la cuota de energía renovable se ha fijado en un 17,5% en 2017. Las nuevas políticas plantean para el año 2030 un 40% de reducción en los gases de efecto invernadero en la Unión Europea con respecto a 1990 así como también un 27% de energía renovable. Este último objetivo fue actualizado y se deberá alcanzar al menos el 32 % de energías renovables para 2030 y al menos el 32,5% de eficiencia energética (European Commission, 2014, 2019).

Es indispensable cambiar el modelo actual de crecimiento, y enfocarse en uno nuevo que se centre en la eficiencia de los recursos y el cuidado del medio ambiente.

Capítulo 1

Para ello, el gran reto es buscar alternativas eficientes y sostenibles, modificando las forma actuales de producir y consumir (European Commission, 2011).

Esta preocupación global ha incentivado la búsqueda de varias alternativas que no serán soluciones inmediatas, pero ayudarán a transitar un camino hacia una economía sostenible. Con la situación actual y el pronóstico futuro, la bioeconomía puede ser una buena estrategia para ayudar a encontrar soluciones para estos problemas ya que se basa, principalmente, en lograr un equilibrio entre las actividades económicas y los recursos biológicos existentes. Soluciones, que obligatoriamente pasan por generar conocimiento científico y que supondrán: competitividad, creación de empleo, crecimiento económico y social y mejoras en el medio ambiente (European Commission, 2012).

1.2. Bioeconomía

1.2.1. Origen y definición

La bioeconomía surge como una oportunidad y una necesidad para hacer frente a diversos retos sociales, ambientales y económicos (Aguilar et al., 2018; Ramcilovic-Suominen & Pülzl, 2018). Varios autores consideran que surgió en 1971, gracias al economista Greorgescu-Roegen, quien establecía que “la economía debe ser una rama de la biología (...) somos una de las especies biológicas de este planeta, y como tal estamos sometidos a todas las leyes que gobiernan la existencia de la vida terrestre” (D’Amato et al., 2017; Loiseau et al., 2016; Meyer, 2017; Vargas-Hernandez et al., 2018).

Una de las definiciones de bioeconomía más utilizadas figura en la estrategia “Innovando para un crecimiento sostenible: Una bioeconomía para Europa” publicada por la Comisión Europea en 2012, como: “una economía que abarca la producción y utilización de recursos biológicos renovables (de la tierra y el mar) y la conversión de estos recursos y desechos, en productos de valor agregado, tales como alimentos, piensos, productos biológicos y bioenergía” (Aguilar et al., 2018; European Commission,

2012, p.9). McCormick y Kautto (2013) establecen que la bioeconomía es una economía en la cual los materiales, productos químicos y la energía provienen de recursos biológicos renovables.

Se basa en la utilización de recursos de base biológica o bio-basados, que son los que contienen recursos de carbono orgánico no fósil, derivados de plantas vivas, animales, algas, microorganismos o corrientes de desechos orgánicos. La utilización de los recursos biológicos como recursos es recomendable para remplazar el uso de combustibles fósiles evitando su extinción. Sin embargo, teniendo que cuenta que su producción va a depender del uso de los recursos naturales, como la tierra, el suelo, el agua y los nutrientes de las plantas, se debe realizar un uso responsable de los mismos (Lewandowski, 2018). Por lo tanto, los objetivos que plantea se basan en mitigar los efectos del cambio climático reduciendo la dependencia en recursos no renovables y siendo a su vez más eficientes en la utilización de los recursos naturales, así como también proporcionar seguridad alimentaria gracias al uso de recursos renovables para propósitos industriales (McCormick & Kautto, 2013).

Al ser una alternativa al uso de los recursos de origen fósil, el desarrollo de la bioeconomía impactará positivamente en la mitigación del cambio climático. El dióxido de carbono (CO₂) es el segundo gas que más contribuye al efecto invernadero. La bioeconomía promoverá una agricultura y silvicultura sostenible, que permitirá la disminución de CO₂ gracias a la captura del mismo por las plantas que superará las emisiones generadas en la fabricación, y, además, la sustitución de los productos de origen fósiles por los de origen biológico (European Bioeconomy Alliance, 2016). Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD) "el potencial completo de mitigación del cambio climático de los procesos de biotecnología y productos de origen biológico varía de 1 billón a 2,5 billones de toneladas de CO₂ equivalente por año para 2030" (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2011, p.7).

Capítulo 1

La bioeconomía es estudiada en varias disciplinas y sectores que comparten la integración de cuestiones sociales, ambientales y económicas (Aguilar et al., 2018). Una mayor investigación e innovación permitirá implementar sus efectos y características en las industrias, considerando una producción más inteligente que incluya bioproductos y bioenergía, así como también lograr motivar a los emprendedores a aprovechar las oportunidades que ofrece (Aguilar et al., 2018; De Besi & McCormick, 2015; Patermann & Aguilar, 2018). Para ello es necesario el apoyo del sector público y sus políticas, así como también de académicos y profesionales, inversores e industrias y de la sociedad en general (Aguilar et al., 2018).

1.2.2. Principales sectores de la Bioeconomía

La bioeconomía se basa en la producción de recursos biológicos renovables y su utilización para convertirlos junto con otros posibles desechos, en productos de valor agregado, como pueden ser alimentos, pienso, bioproductos y bioenergía (European Commission, 2012). Esto implica que se encuentra reflejada en varios sectores. Algunos sectores son parte en su totalidad de la bioeconomía porque utilizan exclusivamente materia prima de biomasa, como por ejemplo la agricultura, y otros se considera que pertenecen a la misma de forma parcial, porque pueden usar materia prima de biomasa o a base de fósiles de carbón, como por ejemplo el sector químico (D'Amado et al., 2020).

Considerando el *"Bioeconomy Report 2016"* publicado por el JRC de la Comisión Europea (Ronzon, Lusser, et al., 2017), destacan los siguientes sectores:

❖ **Agricultura y pesca:** La bioeconomía influye en los cultivos, el ganado, la silvicultura y pesca, permitiendo la producción de productos alimentarios y no alimentarios. La agricultura es la materia prima del sector industrial alimentario, pero también puede relacionarse mediante sus subproductos con otros sectores, por ejemplo, la bioenergía. En el caso de la agricultura, el uso de la biomasa genera varios beneficios. Residuos agrícolas y marinos pueden utilizarse como insumos en la

producción de alimento de animales, así como también en la industria bioquímica. Asimismo, el uso de recursos marinos de origen biológico para generar productos se encuentra en potencial aumento.

❖ **Silvicultura y productos:** Los bosques brindan madera y otros productos relacionados que pueden transformarse en productos bio-basados y bioenergía. Productos que se fabrican usando recursos fósiles pueden producirse con insumos forestales, como por ejemplo biocarburantes, pulpa para tejidos, alimentos de animales o electricidad.

❖ **Alimentación, bebidas y tabaco:** Alimentación y bebida son un importante componente de la bioeconomía, representado en 2015 el 49% de los ingresos de la misma en Europa. El fomento de la bioeconomía en sectores no alimentarios supone un incremento de la demanda de biomasa. Esto implica que la misma se deberá suministrar logrando ser más eficientes y evitar una competencia que amenace la producción de los alimentos.

❖ **Bioindustria:** La industria química va camino de ser más sostenible mediante la conversión de recursos renovables biológicos y sus desechos asociados, así como también por la integración de procesos biológicos. La biotecnología industrial ha permitido la producción de varios productos con recursos renovables, como bioplásticos, pinturas, adhesivos, lubricantes, cosméticos, productos farmacéuticos y muchos más. Dentro de la industria química se está invirtiendo en investigación para conocer fuentes de recursos alternativos con el fin de garantizar el suministro de la materia prima y también en innovación para fomentar el uso de tecnologías que promuevan la utilización sostenible de la biomasa.

❖ **Bioenergía:** La bioenergía se considera una fuente de energía renovable centrada en el calor, electricidad y combustibles para el transporte. Es necesario continuar con el avance en desarrollos tecnológicos para lograr utilizar la biomasa de bajo valor para producir combustibles y productos de alto valor con bajas emisiones. Este sector se relaciona con varios sectores ya que puede utilizar los desechos de otros.

Capítulo 1

Sin embargo, también hay que tener en cuenta que compiten por la misma materia prima con otros sectores principalmente con la alimentación, como por ejemplo con la utilización de cultivos para la producción de biocarburantes.

1.2.3. Políticas e impacto de la Bioeconomía

En primer lugar, la bioeconomía demuestra una estrecha relación con el fomento de los objetivos de desarrollo sostenible publicados por las Naciones Unidas en 2015, que deberán ser foco principal de los países miembros (United Nations, 2015). Según diferentes autores, la bioeconomía puede influir en varios de ellos, por ejemplo el objetivo 2 relacionado con la seguridad alimentaria y la agricultura sostenible, los objetivos 8, 9 y 12 que se centran en un crecimiento económico que sea sostenible enfocado en la industrialización y el consumo sostenible, el 7 que garantiza una energía accesible y sostenible, y el 13 para combatir el cambio climático (Dietz et al., 2018; Shutes et al., 2017).

La Unión Europea, así como también la OECD, se han enfocado en la bioeconomía, con el fin de brindar cooperación internacional y motivar su implementación por la mayor cantidad de países posible. Esto ha llevado a la adopción de estrategias de bioeconomía en los últimos años por varios países, las cuales han sido analizadas por diferentes autores (Biber-Freudenberger et al., 2018; Dietz et al., 2018; Meyer, 2017; Staffas et al., 2013).

En el caso de Europa, la Comisión Europea publicó la *“Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe”* en 2012, motivando a varios países a plantear su propia estrategia. Posteriormente en 2017, realizó una revisión de la misma para reorientar sus objetivos, y en 2018 se publicó la hoja de ruta *“Update of the 2012 Bioeconomy Strategy”* (European Commission, 2012, 2018). Según *German Bioeconomy Council* (2018), hasta marzo de 2018 existían 9 estrategias de bioeconomía en los países europeos: Alemania, Finlandia, Países nórdicos del oeste, Francia, Italia, Letonia, España, Noruega e Irlanda. Otros países han publicado estrategias orientadas a los recursos de

origen biológico o bioindustrias como es el caso de Austria, Suecia y Holanda, a la biotecnología como en Lituania e Inglaterra, a la economía verde en Holanda y Dinamarca y a la economía azul en Portugal.

La estrategia europea de bioeconomía se centra en 5 objetivos principales: garantizar la seguridad alimentaria, mitigar los efectos del cambio climático y adaptarse al mismo, gestionar los recursos naturales (agua, suelo, etc.) de forma sostenible, proporcionar nuevas fuentes de energía y reducir la dependencia de los recursos de origen fósiles, creando a su vez empleo y fomentando el crecimiento económico (Egenolf & Bringezu, 2019). Para poder cumplirlos, plantea la necesidad de enfocarse en una mayor investigación e innovación para obtener un mayor conocimiento en el uso de la biomasa y recursos renovables, pudiendo utilizarlos de manera eficaz y sostenible, considerando las mejores prácticas y a precios competitivos, que repercutirá en nuevas oportunidades de negocios y diversificación de la producción. Mediante estos avances, será posible disminuir los problemas actuales relacionados con la energía y los desechos, promoviendo así el uso de recursos renovables alternativos, mitigando el cambio climático y respetando el medio ambiente (European Commission, 2012, 2018).

Diversos artículos han analizado las estrategias de bioeconomía publicadas, basándose en la comparación, implementación y otras variables de las mismas.² Estos análisis de las estrategias concluyen que a pesar de la importancia que existe en monitorear y evaluar el impacto de las mismas (Dietz et al., 2018), aún se detecta una falta de instrumentos que permitan medir su progreso y poder compararlo con los objetivos planteados (Staffas et al., 2013). Además, en varias estrategias se destaca una brecha entre los documentos políticos oficiales y las visiones de las partes interesadas, como por ejemplo los científicos, que debería ser imprescindible para una correcta

² Por ejemplo: Staffas et al. (2013) analizan las estrategias de la Unión Europea, EE.UU, Canadá, Suecia, Finlandia, Alemania y Australia. Meyer (2017) se enfoca en las estrategias de la Unión Europea, OECD Alemania, Suecia y EE.UU. Dietz et al. (2018) realizan un análisis del contenido de 41 estrategias a nivel global. de Besi & McCormick (2015) analizan 12 estrategias de Bioeconomía promovidas por distintos países, regiones e industrias de la Unión Europea.

Capítulo 1

implementación de la misma (Hausknost et al., 2017). Por esta razón, surge como prioridad en las diversas estrategias una mayor investigación e innovación, así como también la necesidad de promover la colaboración entre las partes interesadas (De Besi & McCormick, 2015).

La estrategia europea de bioeconomía utiliza el desarrollo sostenible como punto de partida para promover la misma, pero se detecta una falta de equilibrio entre las dimensiones ambientales, sociales y económicas (Ramcilovic-Suominen & Püzl, 2018). Varias de las estrategias analizadas muestran aún la falta de enfoque en el aspecto ambiental de la bioeconomía (Meyer, 2017; Staffas et al., 2013). El impulso de la misma es clave, pero deberá evitar conflictos de intereses con otras políticas relacionadas y asegurar el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenibles (O'Brien et al., 2017; Philippidis et al., 2018). Las discrepancias principales surgen al basarse en promover el uso de la biomasa para la producción de productos de base biológica, como por ejemplo los biocarburantes. Aunque se trate de un recurso renovable, el exceso de uso de la misma puede derivar en problemas ambientales relacionados, por ejemplo, con la deforestación y el monocultivo, así como también la influencia en la seguridad alimentaria dada la competencia con el cultivo de productos alimentarios (Brizga et al., 2019; Egenolf & Bringezu, 2019). Es por esto que tanto la promoción como el posterior monitoreo de la bioeconomía debe realizarse considerando las tres dimensiones económica, social y ambiental, que promueven la sostenibilidad (O'Brien et al., 2017).

Según datos publicados por la Comisión Europea, la bioeconomía en Europa (post Brexit: 27 países) representó en 2017 un volumen de negocio aproximadamente de 2,2 billones de euros y ha brindado empleo a aproximadamente 17,5 millones de personas, el 89% del empleo total de la Unión Europea (Ronzon et al., 2020; Ronzon & M'Barek, 2018).

De acuerdo a estos valores, España representa el 10% de la bioeconomía Europea en ingresos y el 8% en empleo, lo que ha llevado a la publicación de la Estrategia

Española de Bioeconomía Horizonte 2030 a inicios del año 2016 (Lainez et al., 2018). Considerando los sectores más importantes en 2017, destacan la alimentación, bebidas y tabaco con el 55% de los ingresos y la agricultura con el 24%. La “Estrategia Española de Bioeconomía” tiene como fin acompañar a las empresas, la tecnología y la ciencia, en el proceso de incorporación y adaptación de la bioeconomía. La base de la estrategia se basa en el triángulo ciencia-economía-sociedad, lo que implica que el conocimiento generado deberá ser utilizado para desarrollar actividades productivas que permitan un crecimiento adecuado y sostenible. Esto involucra la intervención de los investigadores, así como también de las empresas y de la sociedad, para continuar innovando, desarrollando nuevas tecnologías e incorporando nuevos productos de base biológica con el fin de fomentar el desarrollo de la bioeconomía. El desafío principal de la misma es mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos, alejarse del uso de recursos no renovables, disminuir los efectos en el cambio climático y avanzar hacia una economía sostenible. Para ello, se plantean varios objetivos estratégicos y operativos, así como un plan de acción. Esta estrategia va dirigida a los sectores de agricultura, ganadería, pesca, acuicultura y la elaboración y comercialización de alimentos, el sector forestal, los bioproductos industriales y la bioenergía (Gobierno de España, 2016).

Un análisis a nivel regional dentro de España, permite identificar que varias Comunidades Autónomas ya han lanzado o están preparando estrategias o iniciativas relacionadas con la bioeconomía. Algunos ejemplos son Andalucía (2016), Extremadura (2017) y Castilla y León (2019).

1.3. Revisión de la literatura

1.3.1. Una revisión sistemática de la literatura sobre las tendencias en publicaciones sobre economía Bio, Verde y Circular en los ámbitos de economía y gestión empresarial.

1.3.1.1. Método y análisis descriptivo de la literatura

El primer análisis de la revisión de la literatura, se enfocó en los ámbitos de economía y gestión empresarial, considerando no solo la bioeconomía, sino también la economía verde y la economía circular. Aunque el tema principal de esta tesis es la bioeconomía, dada la similitud en los conceptos, con sus objetivos enfocados principalmente en promover una economía hacia un desarrollo sostenible (D'Amato et al., 2017), se ha considerado adecuado revisar la literatura de los mismos en los ámbitos mencionados con el fin conocer los principales temas abordados. Este apartado se extrae del artículo que se ha publicado como parte de esta tesis en la revista *Sustainability*, con el título: ***A Systematic Literature Review on Bio, Green and Circular Economy Trends in Publications in the Field of Economics and Business Management*** (Ferreira Gregorio et al., 2018).

El primer objetivo es explorar las publicaciones dentro de los ámbitos de la economía y la gestión empresarial realizando un análisis descriptivo, que permita identificar el origen, las fuentes más populares y los autores. El segundo objetivo es analizar la literatura actual sobre los tres temas y categorizarla según los ámbitos de estudio, identificando las tendencias en las publicaciones en cada campo, los temas más importantes, así como también los países y sectores considerados en cada análisis. El último objetivo es identificar posibles lagunas en la literatura que permitan avanzar hacia futuras líneas de investigación.

La bioeconomía se ha definido previamente en el subapartado 1.2.1. El concepto de Economía Verde fue introducido por Pearce et al. (1989) (D'Amato et al., 2017; Le Blanc, 2011), quién afirmó que la economía y el medioambiente no están separados sino

que son conceptos interdependientes. El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente define la economía verde como la economía que “mejora el bienestar humano y la equidad social, al tiempo que reduce significativamente los riesgos ambientales y la escasez ecológica” (United Nations Environment Programme [UNEP], 2011, p.2). Se busca implementar modelos económicos capaces de generar ganancias evitando daños en el medio ambiente y considerando ecoinnovación, la mejora en la gestión de recursos y residuos, la reutilización de las materias primas y la transición hacia una producción y consumo sostenibles. Diversos artículos (Geissdoerfer et al., 2017; Ghisellini et al., 2016; Su et al., 2013), coinciden que fueron Pearce y Turner quienes introdujeron el concepto de Economía Circular en 1990, originado por el deseo de sustituir el modelo económico lineal actual por uno circular cuyo principal objetivo sea mantener el valor de los productos, materiales y recursos durante el mayor tiempo posible dentro de la economía. Este modelo minimiza el consumo de recursos y la generación de desechos, y prevé que los bienes puedan generar valor reutilizando los mismos al final de su vida útil (Su et al., 2013). Con el fin de simplificar la mención de los tres conceptos analizados, en este apartado, se utilizará BE para referirse a la Bioeconomía, CE para la Economía Circular (derivado de *Circular Economy*) y GE para la Economía verde (derivado de *Green Economy*).

La importancia actual de los temas de BE, CE y GE se confirma por su gran incremento en la literatura científica. Sin embargo, actualmente existe un solo artículo de revisión de la literatura que incluye los tres conceptos y analiza la diversidad dentro y entre los mismos con respecto a la sostenibilidad (D’Amato et al., 2017). Por esta razón, es importante realizar una revisión sistemática de la literatura dentro de los ámbitos de economía y gestión empresarial, con el fin de poder identificar posibles *gaps* en la literatura que permitan focalizar la investigación.

Comenzando con la metodología recomendada por Tenfield et al. (2003), que incluye los siguientes pasos: planificación, ejecución y presentación, y difusión. Se eligió la base de datos Scopus para garantizar la calidad de la revisión, ya que la misma

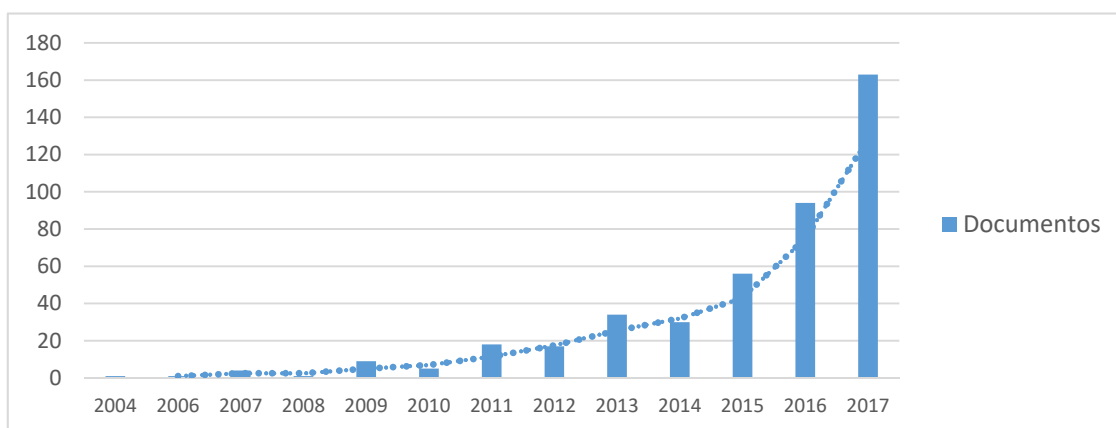
Capítulo 1

contiene más publicaciones y revistas, y además ofrece aproximadamente un 20% más de cobertura en citas que la base de datos Web of Science (Falagas et al., 2007).

Los términos seleccionados se buscaron dentro del título, resumen y palabras claves, de la siguiente forma: **'Circular Economy' OR 'Bioeconomy' OR 'Bio-economy' OR 'Green Economy'**, entre enero 1970 y noviembre 2017, obteniendo 4.194 publicaciones. Limitando la búsqueda por 'articles', 'articles in the press', 'reviews', 'books' y 'book chapters', y considerando solamente los publicados en Inglés y/o Español dentro de los ámbitos de 'economics', 'econometrics', 'finance', 'business', 'management' y 'accounting', se obtuvieron en total 785 documentos. Debido a la gran cantidad de artículos encontrados y considerando que los de mayor interés serán los que incorporen en sus palabras claves alguna de las palabras buscadas, se incluyó este nuevo filtro, obteniendo 410 publicaciones. Una vez concluido el proceso de selección, se analizaron los trabajos no incluidos en las áreas previamente filtradas. Se consideró oportuno incluir 39 artículos que contienen información relacionada con el objetivo de estudio (cuestiones económicas o de gestión), que fueron citados en artículos previamente seleccionados (410), pero que se encuentran publicados en revistas no clasificadas dentro de los ámbitos escogidos. Para incluir estos documentos, se aplicó un método de recopilación de datos que se utiliza a menudo cuando es difícil obtener una muestra representativa en fuentes oficiales, denominada técnica "bola de nieve" (Geissdoerfer et al., 2017; Prieto-Sandoval et al., 2018; Silverman et al., 1990).

Finalmente, se obtuvieron 449 publicaciones, detalladas en la figura 1.1 por año de publicación, observando de forma evidente el incremento en el interés sobre estos temas en los últimos años. De hecho, el 87% de las mismas se han publicado desde 2013, de las cuales el 59% se publicaron en los dos últimos años 2016 y 2017.

Figura 1.1. Búsqueda acotada a las palabras claves



Fuente: elaboración propia (Ferreira Gregorio et al., 2018).

Las fuentes que publican son 135, de las cuales 19 contienen 4 o más publicaciones y representan el 64% de las mismas. Analizando el impacto que ofrece Scopus de las revistas que más publican, se observa que el 63% se sitúan en el primer cuartil, el 21% en el segundo y el 16% corresponden al tercer cuartil. Esto da una idea del alto nivel de las publicaciones y del interés de la temática analizada (tabla 1.1).

Tabla 1.1. Revistas con cuatro o más documentos publicados

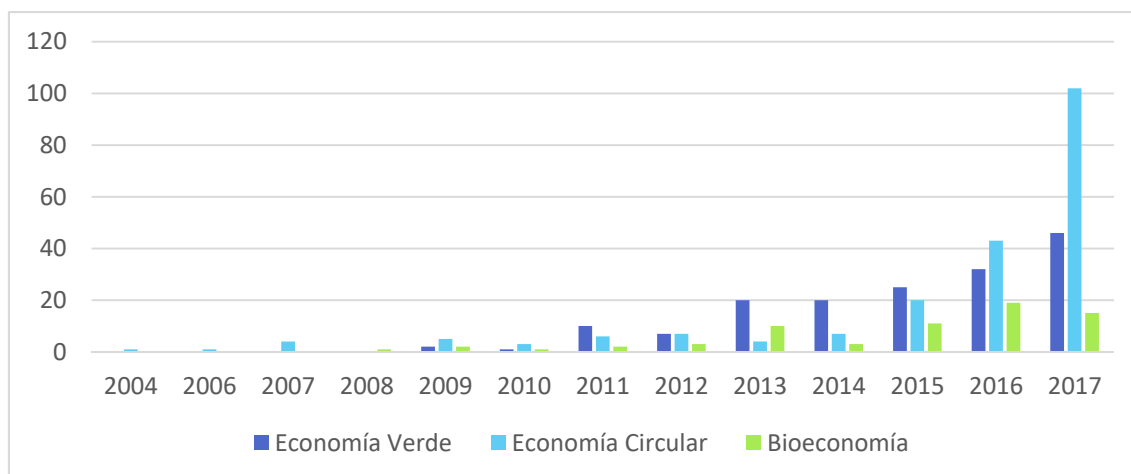
Revista	Documentos	Ranking Scopus
Journal of Cleaner Production	109	Q1
Resources Conservation and Recycling	47	Q1
Quality—Access to Success	19	Q3
Sustainability (Switzerland)	14	Q2
International Journal of Green Economics	14	Q2
Journal of Industrial Ecology	12	Q1
Ecological Economics	7	Q1
Progress in Industrial Ecology	7	Q3
Technological Forecasting and Social Change	7	Q1
New Biotechnology	6	Q1
Environment, Development and Sustainability	6	Q2
Forest Policy and Economics	6	Q1
Futures	6	Q1
International Journal of Energy Economics and Policy	6	Q1
Business Strategy and the Environment	5	Q1
Journal of Commercial Biotechnology	5	Q3
International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics	4	Q1
Science Technology and Human Values	4	Q1
Technology in Society	4	Q2
Total	288	

Fuente: elaboración propia (Ferreira Gregorio et al., 2018).

Capítulo 1

Separando dichas publicaciones por las palabras claves seleccionadas, se obtiene que CE es el más investigado con el 47% de las publicaciones, continuando GE con 37% y BE con 16%. La CE es el concepto con publicaciones más antiguas desde 2004, incrementándose a partir de 2009, debido principalmente a la implementación de la “Ley de Economía Circular de la República Popular de China” promulgada en 2008 y posteriormente el “Plan Europeo de Acción en Economía Circular” en el año 2015 (Prieto-Sandoval et al., 2018). Las publicaciones más antiguas sobre BE y GE se remontan a 2008 y 2009 respectivamente, con un aumento en el número de publicaciones sobre GE desde 2011 y sobre BE desde 2013 (figura 1.2). Este último se puede atribuir a la publicación de la Estrategia Europea de Bioeconomía y el Plan Nacional de Bioeconomía de EE. UU, ambos en 2012. Con respecto a GE el aumento comienza en 2011 cuando se lanzó el programa de las Naciones Unidas ‘*Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication*’.

Figura 1.2. Publicaciones por tema y por año

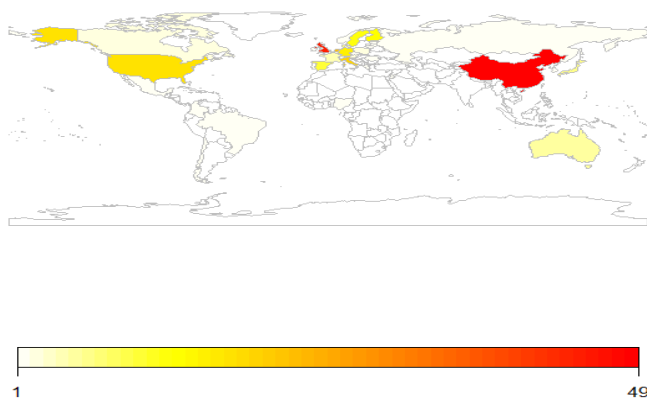


Fuente: elaboración propia (Ferreira Gregorio et al., 2018).

Al realizar el análisis geográfico -considerado el país de afiliación de los autores- se demuestra que la CE se estudia principalmente en China y el Reino Unido, seguidos de Holanda y Estados Unidos. En la GE destacan Estados Unidos, Reino Unido, Rumania, Rusia e Italia. Por último, cuando se analiza la BE se encuentran en primeras posiciones, EE.UU, Alemania, Bélgica y España (figura 1.3, 1.4 y 1.5). Vale la pena señalar que al

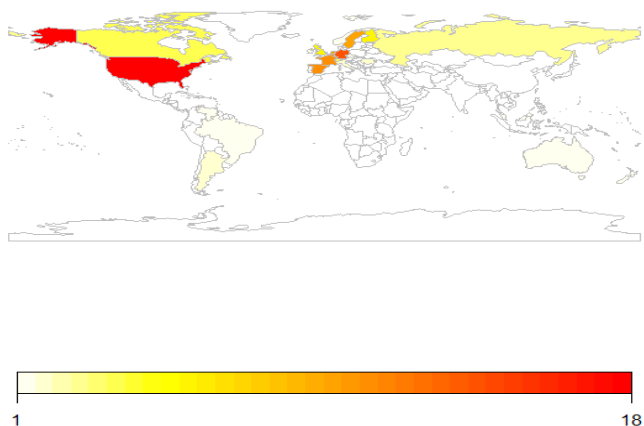
realizar este análisis de distribución geográfica la información que obtenemos está sesgada hacia los países desarrollados, que pueden aparecer más activos académicamente en Scopus (Ferreira Gregorio et al., 2018).

Figura 1.3. Procedencia de la literatura sobre Economía Circular (CE) según la afiliación de los autores (número de artículos)



Fuente: elaboración propia (Ferreira Gregorio et al., 2018). Software R 3.5.0.

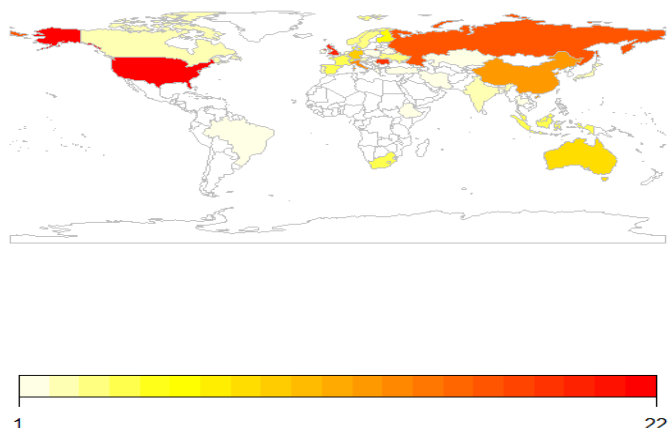
Figura 1.4. Procedencia de la literatura sobre Bioeconomía (BE) según la afiliación de los autores (número de artículos)



Fuente: elaboración propia (Ferreira Gregorio et al., 2018). Software R 3.5.0.

Capítulo 1

Figura 1.5. Procedencia de la literatura sobre Economía Verde (GE) según la afiliación de los autores (número de artículos)



Fuente: elaboración propia (Ferreira Gregorio et al., 2018). Software R 3.5.0.

1.3.1.2. Categorización y análisis de contenido de la literatura

Después de realizar el análisis descriptivo, se consideró necesario explorar el contenido de las publicaciones y realizar una categorización por temas para poder clasificar mejor los artículos y conocer las principales tendencias en las publicaciones, así como también facilitar a los investigadores la búsqueda de artículos relacionados con su tema de interés. Se definieron 17 categorías asumiendo que dicha categorización puede resultar subjetiva (explicadas en la tabla 1.2). En el Anexo I se encuentran los 449 documentos analizados, clasificados por tema, categorías y revista (Tabla 1, 2 y 3).

Tabla 1.2. Definición de categorías

Categoría	Definición
Diseño o análisis de políticas	Incluye análisis, descripción y evaluación de propuestas de políticas, estudio de implementación, medidas tomadas y posibles soluciones a considerar.
Aplicación sectorial/ clúster	Aplicaciones de los temas considerados dentro de un sector específico o en un clúster de empresas.
	Incluye análisis de modelos de negocio, análisis y evaluación de la gestión, los beneficios, el rendimiento y el comportamiento de las empresas.
Estilos de gestión	Diseño, desarrollo e implementación de modelos de negocios y estrategias, en especial a nivel de empresa o sector.
PYMES/ Empresas familiares	Aplicaciones de estos modelos especialmente en PYMES o empresas familiares.
Responsabilidad Social Corporativa	Artículos enfocados en la Responsabilidad Social Corporativa.
Revisión de la literatura	Artículos de revisión de la literatura de los temas considerados.
Marco teórico/ conceptual	Trabajos cuyo contenido principal se basa en la definición de conceptos y establecimiento del marco teórico del tema tratado.
Diseño de productos	Aplicación de criterios de sostenibilidad en el diseño de productos.
Evaluación del ciclo de vida	Análisis del ciclo de vida como herramienta para evaluar o analizar el impacto de ciertos productos.
Comportamiento del consumidor	Preferencias y comportamiento del consumidor respecto a la incidencia de aspectos como: productos ecológicos, producción sostenible, etc.
Caso de estudio	Estudios de casos prácticos de los conceptos aplicados en empresas. Análisis de modelos, implementación en empresas, análisis económicos y de operaciones.
Innovación	Casos de ecoinnovación para mejorar la eficiencia y la sostenibilidad.
Educación	Aspectos educativos relacionados con los temas estudiados.
Turismo	Artículos que se centran principalmente en el turismo sostenible.
Indicadores	Diferentes tipos de indicadores de sostenibilidad.
Inversión	Modelos de toma de decisiones, análisis de riesgos y estrategias de inversión en estos ámbitos ecológicos.
Otros	Artículos que no corresponden a ninguna categoría anterior.

Fuente: elaboración propia (Ferreira Gregorio et al., 2018).

Las tendencias en las publicaciones muestran el creciente interés por parte de los investigadores en los tres temas, destacando principalmente las categorías de “Diseño o análisis de políticas”, “Estilos de gestión” y “Aplicación sectorial/ clúster”

Capítulo 1

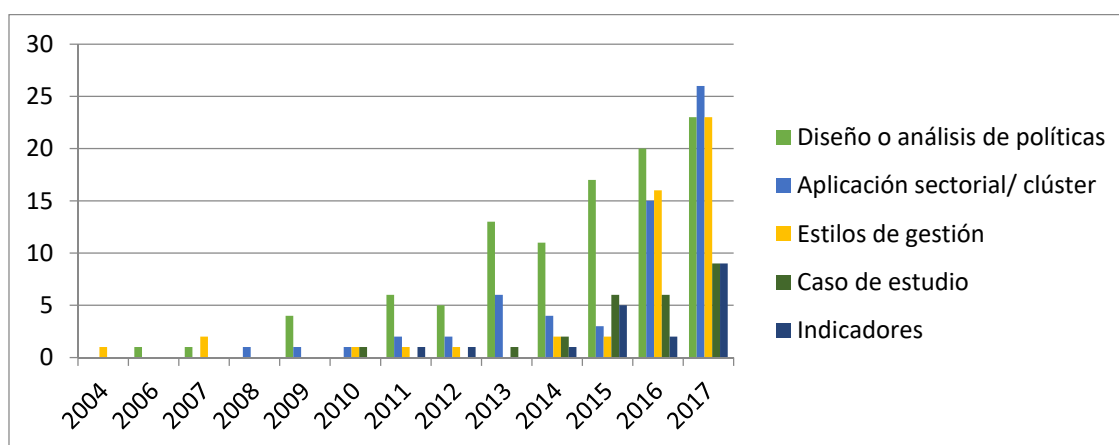
(tabla 1.3). A su vez, considerando que es importante conocer las publicaciones de las categorías “Caso de estudio” e “Indicadores”, esta revisión se enfoca en analizar las contribuciones de estas cinco categorías. La figura 1.6 muestra la evolución de las publicaciones dentro de las categorías analizadas.

Tabla 1.3. Categorías de publicaciones por tema

	Economía Circular	Bioeconomía	Economía Verde	Total
Diseño o análisis de políticas	12%	34%	34%	24%
Aplicación sectorial/ clúster	12%	15%	15%	14%
Estilos de gestión	17%	3%	9%	11%
Evaluación del ciclo de vida	9%	-	-	4%
Revisión de la literatura	8%	4%	2%	5%
Marco teórico/ conceptual	7%	8%	4%	6%
Comportamiento del consumidor	7%	-	5%	5%
Diseño de productos	5%	-	-	2%
Caso de estudio	4%	12%	5%	6%
Innovación	4%	7%	4%	5%
Indicadores	4%	4%	5%	4%
Educación	2%	3%	3%	3%
Turismo	1%	3%	5%	3%
Inversión	-	3%	1%	2%
Responsabilidad Social Corporativa	2%	1%	3%	1%
PYMES/ Empresas familiares	3%	4%	1%	3%
Otros	3%	-	3%	2%

Fuente: elaboración propia (Ferreira Gregorio et al., 2018).

Figura 1.6. Evolución de las principales categorías



Fuente: elaboración propia (Ferreira Gregorio et al., 2018).

Dentro de los tres temas, destaca en primer lugar la categoría “Diseño o análisis de políticas”, con el 24% de las publicaciones. La literatura dentro de esta categoría es rica en estudios y análisis de políticas implementadas relacionadas con los países donde

se han publicado las estrategias, en particular en China y en los estados miembros de la Unión Europea.

Los temas de investigación de CE en esta categoría se refieren principalmente a la correcta implementación de sus políticas, su evolución y posible evaluación. La CE predomina en China y la Unión Europea, analizando por ejemplo, los diferentes enfoques estratégicos, los factores impulsores y las barreras en su implementación (Mathews et al., 2011; McDowall et al., 2017; Ranta et al., 2017; Yong, 2007).

China ha promovido su estrategia “*Circular Economy Promotion Law*” (2008) que abarca temas relacionados con la contaminación, los desechos y recursos. La estrategia publicada por la Unión Europea “*Closing the Loop-An Action Plan for the Circular Economy*” (2015), tiene un enfoque menor en los residuos y recursos y su aplicación empresarial. La política de CE en China es sin duda la más analizada en los artículos (Jiao & Boons, 2017; Mathews et al., 2011; Yong, 2007). En las publicaciones analizadas, no se mencionan los países europeos que han implantado estrategias de CE, centrándose únicamente en la estrategia de la Unión Europea.

En los artículos aplicados en China, se encuentran varios estudios de la implementación de un área piloto con CE y el diseño de una política fiscal “verde” como principal incentivo para promover una economía verde (D. Liu et al., 2012; Sun, 2013), fomentando la innovación y el desarrollo (Mo et al., 2009; Wübbecke & Heroth, 2014).

También hay artículos que analizan iniciativas regionales en China que han tenido éxito en la implementación de la CE, los desafíos que enfrenta y las formas de superarlos: reformas tributarias, apoyo financiero y la capacitación sobre CE (Geng et al., 2009; B. Guo et al., 2017). Estos estudios permiten orientar a otras ciudades o regiones que quieran adoptar la CE en su modelo de desarrollo.

Se realiza una comparativa de la aplicación de la CE entre China y la Unión Europea y se establece que la perspectiva China surge como reacción al rápido crecimiento de la industrialización que ha llevado a un aumento en la contaminación, los residuos y el uso de recursos (McDowall et al., 2017).

Capítulo 1

Al analizar los artículos relacionados con la Unión Europea, se identifica un estudio sobre la evolución de las políticas relacionadas con el medio ambiente para mitigar el cambio climático y desarrollar la CE (Wysokińska, 2016). Se analizan las prácticas existentes de ecodiseño y se concluye que existe poca investigación en este ámbito (Bundgaard et al., 2017; Dalhammar, 2016). Se considera que la directiva de ecodiseño debería incluir más aspectos ambientales y enfocarse en la eficiencia de los recursos. Dentro de la Unión Europea se observa que el diseño y análisis de políticas se enfocan principalmente en el reciclaje, así como también en su relación con el diseño ecológico.

Otros países analizados en estas publicaciones son Australia (Golev & Corder, 2016; Raubenheimer & McIlgorm, 2017), Corea del Sur (Manomaivibool & Hong, 2014) y México (Aguñaga et al., 2016).

Considerando la BE, destaca la categoría “Diseño o análisis de políticas”, con el mayor número de publicaciones (34%), enfocadas principalmente en la Unión Europea (76%), coincidiendo con la publicación de la estrategia de bioeconomía *“Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe”* (2012).

Si bien se conoce que en la actualidad existen diversas estrategias de BE publicadas a nivel mundial, esta revisión ha identificado publicaciones sobre estrategias de los siguientes países: Alemania (Pannicke et al., 2015), Finlandia (Kröger & Raitio, 2017), España (Lainez et al., 2018) y Malasia (Kamal & Dir, 2015). En Alemania, se analiza la situación actual de la BE frente a la madera y el uso de biocombustibles (Pannicke et al., 2015; Puttkammer & Grethe, 2015). En Finlandia, el estudio se enfoca en las políticas forestales y destaca la importancia de este sector para el desarrollo de una BE en el país (Kröger & Raitio, 2017). España es uno de los países de la Unión Europea que ha publicado una estrategia de BE en el año 2016 cuyo principal objetivo es mantener la BE como una parte esencial de la economía, haciendo hincapié en la investigación, el desarrollo y la innovación en el área y la colaboración público-privada (Lainez et al., 2018). Considerando los países del sur de Europa, se plantean 10 pasos críticos

recomendados a los responsables políticos, industrias y actores claves, con el fin de desarrollar una BE e intentar sacar a estos países de sus crisis de manera eficiente (Koukios et al., 2018).

A nivel europeo, los estudios analizados ofrecen una visión general de la BE en Europa, describen su desarrollo, la situación actual, las oportunidades y las necesidades para mejorar en el futuro (Bell et al., 2017; De Besi & McCormick, 2015; McCormick & Kautto, 2013; Patermann & Aguilar, 2018; Ramcilovic-Suominen & Pülzl, 2018). McCormick & Kautto (2013) analizan la BE desde una perspectiva política y conceptual, destacando las oportunidades y beneficios que ofrece. Muchas estrategias demuestran que hay una dirección común basada, principalmente, en la investigación y la innovación tecnológica. También se destaca el papel desempeñado por el gobierno con el fin de fomentar la colaboración entre industrias e instituciones de investigación (De Besi & McCormick, 2015).

En el caso de Asia, se identificó solo una publicación relacionada con Malasia y la implementación de su política de BE (2012) (Kamal & Dir, 2015). En América Latina dos publicaciones analizaron la posible adopción de los principios de BE, enfatizando la necesidad de más investigación, innovación e inversión en el área (Arancibia, 2013; Sasson & Malpica, 2018). Cabe destacar que si bien EE.UU también implementó una estrategia de BE en 2012, se identificaron un número poco significativo de publicaciones sobre este tema en este país.

También se analizaron diferentes políticas de BE a nivel mundial (Unión Europea, EE.UU, Canadá, Suecia, Finlandia, Alemania y Australia) (Staffas et al., 2013), demostrando que todas coinciden en la necesidad de enfocarse principalmente en la mejora de la economía y el empleo. Los aspectos ambientales, sociales y la disponibilidad de recursos se abordan de forma limitada en la mayoría de las estrategias, así como también el desarrollo de instrumentos adecuados para medir el avance de las mismas. Se destaca la importancia de las políticas para promover un impacto positivo

Capítulo 1

en la BE (Wield, 2013) y la urgente necesidad de considerar por igual las dimensiones económicas, sociales y ambientales de la misma (Ramcilovic-Suominen & Pülzl, 2018).

Los artículos relacionados con la GE muestran que la categoría “Diseño o análisis de políticas” representa el 34% de las publicaciones. Esta categoría considera que la GE tiene un enfoque más global, aunque destacan las publicaciones en Asia (Dulal et al., 2015), con el 50% de las mismas aplicadas en China (Chen et al., 2017; Dziura, 2016; Schmitz, 2015) y Malasia (Bakar et al., 2017; Islam et al., 2012). Los artículos analizados investigan el rol del gobierno y la implementación de políticas y estrategias con el fin de lograr la transición hacia una economía verde y cumplir con los objetivos de desarrollo sostenible establecidos.

En el caso de Asia, se analiza el papel de los instrumentos fiscales en la transición hacia una GE, concluyendo que la adopción de estos instrumentos se está dando a un ritmo muy lento, lo que no facilita dicha transición (Dulal et al., 2015). Es necesario incorporar instrumentos potentes como el impuesto al carbono o a la extracción de recursos naturales, para que el gobierno pueda obtener ingresos que destine a incentivar la transición hacia una GE, apoyar la investigación y el desarrollo de energías más limpias y facilitar el financiamiento de proyectos ecológicos, entre otros. Con la excepción de China y Malasia, no se ha identificado ninguna investigación específica sobre políticas de GE en otros países.

En relación a China, el modelo de GE comenzó a tratarse más tarde que en otros países, sin embargo la transición ha sido muy veloz ya que la GE fue adoptada por el gobierno como la estrategia nacional para el desarrollo (Dziura, 2016). Su implementación ha disminuido la presión sobre el medio ambiente y favorecido un desarrollo industrial más sostenible. Sin embargo, con el fin de brindar más confiabilidad a los datos, se debe profundizar en un sistema de indicadores unificado (Chen et al., 2017). En relación a la tributación existente en China, los impuestos actuales no funcionan como herramientas para prevenir o reducir la contaminación y las emisiones. Por esta razón, Yang (2009) establece la necesidad de reformas fiscales enfocadas a

impuestos ecológicos y cuya recaudación se utilice para incentivar una economía más verde.

Malasia se encuentra bien situada en el camino hacia una GE (Islam et al., 2012). Se fomenta la inversión en mejorar el uso de la energía, la reutilización, el reciclaje, la capacitación interna, y la innovación en tecnologías y materiales. Sin embargo, aún es necesario centrarse en los temas relacionadas con el financiamiento, regulación y control del mercado, con el fin de promover la GE también en empresas de menor tamaño (Bakar et al., 2017), y lograr un aumento de la conciencia general (Abdullah et al., 2017).

En el caso de Rusia, se establece la necesidad de pasar de la economía “marrón” hacia una “verde” y se considera necesario invertir en mejores tecnologías y contar con indicadores para medir además del desarrollo económico, los factores sociales y ambientales (Bobylev et al., 2015).

Por otro lado, en Europa, se establece la importancia de la intervención del gobierno para facilitar la transición hacia una GE, mediante: la regulación, contratación pública e inversión, incentivos y monitoreo, que principalmente, se basa en los incentivos a la mejora del capital natural y la equidad social (Droste et al., 2016). Se establece el sector energético como el más importante para reducir las emisiones de gases y fomentar las fuentes de energía renovables (Wysokińska, 2013), con resultados positivos sobre el Producto Interno Bruto (PIB) y el empleo (Yushchenko & Patel, 2016). Debido a la importancia mencionada de los empleos verdes, varios artículos afirman que es imprescindible integrar esta idea a las políticas nacionales cuando se trata de transitar hacia una economía más verde (Folcut & Grigore, 2016; Guillen-Royo et al., 2017; Rakauskiene & Okuneviciute-Neveauskiene, 2015; Wysokińska, 2013).

También se identificaron artículos de África (Akinyemi et al., 2017; Kerckhoven et al., 2015; Musango et al., 2014), América (Bassi et al., 2015; Granek, 2011) y Australia (Pickering & Mitchell, 2017).

Capítulo 1

Los artículos analizados enfatizan la importancia de la creación de empleos verdes para mejorar el mercado laboral. El análisis muestra que las políticas de GE no suelen estar basadas en una política específica, sino que a menudo se componen de un grupo de políticas que tratan varios temas relacionados con el medio ambiente.

En general, enfocarse en estos temas significa tratar con nuevos productos y nuevos mercados que el gobierno debe regular y fomentar. Es necesaria una legislación específica que pueda guiar e incentivar a los sectores que deseen incorporar estos modelos de economía y sirva como medio para facilitar la transición hacia una economía más sostenible y ecológica.

En esta categoría, se destaca la necesidad de intervención del gobierno, mediante la promoción de políticas regulatorias y fiscales que incentiven la implementación de modelos de desarrollo sostenibles. Del análisis de las políticas surge la necesidad de financiamiento e inversión para adoptar estos modelos. Por otro lado, en las publicaciones de los tres ámbitos se destaca la necesidad de incrementar la investigación, innovación y desarrollo, así como también el fomento de la conciencia pública sobre cuestiones ambientales, para lo cual es necesario el apoyo financiero y la intervención del gobierno.

Por otro lado, los tres paradigmas económicos hacen énfasis en la falta de indicadores adecuados que consideren además del desarrollo económico, los factores sociales y ambientales. Plantean la necesidad de la intervención del gobierno para implementar métodos estandarizados de recopilación de datos, y brindar instrumentos confiables que puedan medir los resultados. A su vez, destacan la necesidad de coordinación de los académicos, los sectores privados, la sociedad y el gobierno, para contribuir al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, así como también diferentes políticas mundiales relacionadas con el medio ambiente como el acuerdo COP21 de París.

La categoría “Estilos de gestión” representa el 11% de las publicaciones, enfocadas principalmente en el tema de CE con un 17%, la GE con 9% y la BE que solo incluye el 3% de sus publicaciones (razón por la cual no se analiza en esta categoría).

Dentro de CE, los artículos se pueden dividir principalmente en dos grandes grupos aplicados en otros estudios: micro y meso (Ghisellini et al., 2016). A nivel meso, se incluyen los estudios de sectores específicos, los relacionados con la simbiosis industrial o los parques ecoindustriales. A nivel micro, se encuentran estudios de empresas concretas, principalmente PYMES y sectores, en especial electrónica y electrodomésticos.

Los análisis a nivel meso suponen más del 50%, aplicándose principalmente a Europa y China, y en cuanto a los sectores, al agroalimentario (Abu-Ghunmi et al., 2016; Jurgilevich et al., 2016; Kuisma & Kahiluoto, 2017; Maaß & Grundmann, 2016), tecnológico y comunicación (Park et al., 2010; Whalen et al., 2017), electrónica y electrodomésticos (Gnoni et al., 2017; Parajuly & Wenzel, 2017; Tecchio et al., 2017; Wieser, 2016) y el sector de la construcción (Huang et al., 2018; Jiménez-Rivero & García-Navarro, 2018).

Los artículos de simbiosis industrial o ecoparques, se centran en la finalidad de generar beneficios económicos para las empresas, y analizan cómo integrar y gestionar la CE dentro de sus modelos de negocios (Albino & Fraccascia, 2015; Fraccascia et al., 2016; Gómez et al., 2018; Strebel & Posch, 2004).

En GE, predominan artículos que analizan su implementación como estrategia en las empresas, por ejemplo, proponiendo modelos de gestión para empresas que quieren ser "más verdes" y abordar un camino más sostenible (Andreica et al., 2014; Bryzhan, 2016). Otras aplicaciones detectadas son: el desarrollo de un marco para la evaluación y selección de proveedores verdes (Z. Guo et al., 2017), una guía de las mejores prácticas para impulsar la GE o un modelo para la toma de decisiones relacionadas con las operaciones ecológicas (Aiello et al., 2016; Carvalho et al., 2017; Perez-Valls et al., 2016).

Capítulo 1

Los artículos considerados en esta categoría analizan la gestión a nivel empresarial o industrial considerando la incorporación de estos modelos, que potencialmente pueden generar beneficios económicos, sociales y ambientales para las empresas. Estos modelos se analizan y aplican en distintos sectores, predominando principalmente los parques ecoindustriales, la electrónica y el sector agroalimentario. Hay trabajos con propuestas de guías prácticas para la correcta implementación de dichos modelos, para la toma de decisiones y para un posterior análisis. La principal contribución de las guías mencionadas es motivar, así como también preparar y facilitar la transición a las empresas que quieren lograr una producción más limpia y sostenible.

La categoría “Aplicación sectorial/ clúster” representa el 14% de las publicaciones. En la CE, los resultados destacan para su aplicación en parques ecoindustriales en China, enfocados principalmente en analizar acciones y decisiones concretas necesarias para desarrollar la CE, y también enfatizan la importancia de evaluar su implementación (Dong et al., 2013; B. Guo et al., 2016; Shi et al., 2010; Wang et al., 2017; Yu et al., 2014; Zhao et al., 2017, 2018).

Dentro de Europa, se identifica solo un artículo relacionado con la simbiosis industrial y los ecoparques en Suecia (Aid et al., 2017), lo que demuestra que China se encuentra en un nivel más avanzado de implementación de CE gracias a su estrategia promovida en 2008, mientras que la Unión Europea no publicó la misma hasta el año 2015. También existen publicaciones en España (Noya et al., 2017), Italia (Bartolacci et al., 2017; Beccarello & Di Foggia, 2016), Reino Unido (Salemdeeb et al., 2016) y Alemania (Supino et al., 2016). El enfoque es principalmente en estudios relacionados al reciclaje y la gestión de residuos, analizando el impacto económico de usar la CE. En Italia se establecen los efectos positivos en producción y empleo al aplicar la CE al sector de reciclaje de envases (Beccarello & Di Foggia, 2016) y en las tasas de recolección de desechos (Bartolacci et al., 2017). En Suecia destacan la necesidad de que el sector de reciclaje encuentre nuevos modelos de negocios (Aid et al., 2017). Otro trabajo interesante permite cuantificar la generación de residuos por sectores en Reino Unido,

determinando que el sector de construcción y la industria extractiva son los que generan más residuos (Salemdeeb et al., 2016).

Debido a la importancia del sector de la construcción y la industria de metales en la generación de residuos, se identifican varios artículos relacionados a los mismos. En el caso de la construcción, demuestran los beneficios ambientales de aplicar la CE (Nasir et al., 2017), y la necesidad de mejorar la eficiencia de los recursos en la industria de cemento (Supino et al., 2016). En la industria del aluminio analizan las mejoras en el desempeño gracias a la aplicación de la CE (Han et al., 2017; Zink et al., 2018). En el caso del hierro y el acero se detecta la falta de una mayor implementación de la CE considerando su gran consumo de recursos, energía y su contaminación (S. H. Ma et al., 2014; Winning et al., 2017).

Dentro de esta categoría, la BE representa el 15% de las publicaciones. Las mismas predominan aplicadas al sector agroalimentario, forestal y de biorrefinerías en Europa (67%). A nivel europeo se analiza la transición hacia la BE de industria de la celulosa y el papel (Toppinen et al., 2017). En Reino Unido se detectó la necesidad de profundizar en la investigación sobre bioproductos y las industrias relacionadas (Jenkins, 2008). En el caso de Holanda, se enfoca en el uso de la biomasa para la producción de bioenergía y bioquímicos y analizan los impactos macroeconómicos a medio plazo, demostrando que al aumentar el consumo de biocarburantes, se generan un incremento del PIB y del valor agregado (van Meijl et al., 2018). En Alemania, la investigación también se centra en la biorrefinería y se destaca la necesidad de favorecer la integración y la coordinación a través de políticas específicas (Giurca & Späth, 2017). En Suecia, se analiza el sector de la silvicultura revisando las políticas forestales para enfocarlas hacia la BE (Johansson, 2016). Además, se investiga la producción de biogás y se establece la necesidad de investigar en biorrefinerías (Hagman et al., 2018).

El 15% de las publicaciones de GE pertenecen a la categoría “Aplicación sectorial/clúster”. Las mismas se distribuyen por diferentes regiones geográficas y se centran en las estrategias e iniciativas que potencialmente se pueden tomar en diferentes sectores.

Capítulo 1

Se demuestra que las empresas textiles que toman iniciativas verdes fomentan un impacto positivo en la competitividad a nivel internacional debido a la disminución de los costes (Sultan, 2013). En el caso del sector agroindustrial, se analizan cuestiones de implementar la GE a nivel logístico, con el fin de disminuir los costos de producción, ambientales y obtener cierta reputación ante la sociedad (Dudin et al., 2016). Otro de los sectores destacados en esta categoría es la energía. Así, considerando India, es necesario fomentar el aumento de inversiones en producción de energía limpia y uso energético eficiente (Kumar & Sinha, 2014). Este sector también fue analizado para el caso de Rusia, destacando que para poder mejorar el sector y convertirlo en uno más limpio, es necesario aplicar al mismo investigación, innovación y mejoras tecnológicas (Caparrós et al., 2017).

Tanto la BE como la GE, se enfocan principalmente en los sectores agroalimentario, forestal y energético, analizando el ámbito económico buscando más sostenibilidad, crecimiento económico, valor agregado, productividad y competitividad.

Las publicaciones analizadas dentro de esta categoría para los tres temas, también destacan la importancia de la intervención del gobierno para incentivar a las empresas, la coordinación con el sector privado y la sociedad civil y la necesidad de más inversión que fomente la investigación centrada en aspectos metodológicos y prácticos para aplicar a cada sector. Estos estudios son importantes, ya que pueden ser considerados como referencias para la construcción y gestión de nuevos modelos de negocios, la formulación de políticas relevantes, así como también la motivación a empresas para aplicarlos.

Al enfocar esta revisión al análisis de las publicaciones dentro de los ámbitos de economía y gestión empresarial, se considera apropiado también analizar dos importantes categorías: “Caso de estudio” e “Indicadores”, que representan solamente el 6% y 4% de las publicaciones respectivamente.

Dentro de la categoría “Caso de estudio”, la GE incluye solamente el 5% de sus publicaciones aplicadas principalmente en Europa. Muchos de los casos intentan medir

el impacto económico de la GE, así como también el impacto ambiental y social (Ferrão et al., 2014; Pitkänen et al., 2016; Verde, 2015). Además, varias publicaciones analizan el impacto de la GE en la creación de empleos verdes (Bozkurt & Stowell, 2016; Ciobanu et al., 2017).

Dentro de la BE, el 12% de las publicaciones forman parte de la categoría “Caso de estudio”. Cabe destacar que el 78% de las mismas corresponden a Europa y son principalmente ejemplos aplicados al sector agroalimentario (Golembiewski et al., 2015; Pergola et al., 2018; Ravera et al., 2014) y forestal (Heinonen et al., 2017; Lehtonen & Okkonen, 2013).

En Brasil se estudió el potencial de la biomasa proveniente de la caña de azúcar, identificando los usos y aplicaciones y demostrando que se trata de una alternativa viable a los combustibles fósiles. Sin embargo, establece que es necesario invertir en innovación, promover la colaboración entre el sector privado y las instituciones de investigación e implantar políticas que estimulen la inversión (Scheiterle et al., 2018). Por otro lado, se analiza la participación de los ciudadanos en las decisiones de BE para obtener un enfoque más colaborativo (Mustalahti, 2018).

Para la CE, esta categoría representa el 4% de las publicaciones y se identifican casos tanto en China como la Unión Europea. Los casos en China investigan sobre la implementación de la CE como una solución para lograr una producción más limpia y un desarrollo más sostenible, principalmente en la industria química. Brindan soluciones a problemas relacionados con la eficiencia de los recursos, el reciclaje y las emisiones, obteniendo también beneficio económico (Y. Li & Ma, 2015; H. Liu et al., 2017; S. Ma et al., 2015). Sin embargo, los casos en Europa se enfocan principalmente en el problema del reciclaje y la reutilización de los desperdicios, cuantificando el impacto ambiental del problema y buscando posibles soluciones enfocadas en el diseño de productos y sistemas específicos (Deviatkin et al., 2017; Richter & Koppejan, 2016), como fue mencionado también en las categorías anteriores “Diseño o análisis de políticas” y “Aplicación sectorial/ clúster”.

Capítulo 1

El análisis de los casos de estudio reafirma las conclusiones obtenidas en las demás categorías. Por ejemplo, la necesidad de financiamiento e inversión, incrementar la investigación e implementar casos que fomenten la transición y permitan obtener mejores resultados económicos y de empleo.

Los artículos dentro de la categoría “Indicadores” son escasos y representan solamente el 4% de las publicaciones. En el caso de la CE (4%), los indicadores analizados se enfocan en medir su implementación y evolución. Algunos trabajos han propuesto medidas para conocer cómo se ha insertado la CE en determinadas circunstancias y otros miden su desempeño o impacto. Se detecta que China fue el primer país en lanzar indicadores y se concluye que es necesaria una profunda revisión de los mismos, ya que deberían incluir más indicadores sociales, comerciales y orientados a la prevención (Geng et al., 2012). Respecto a indicadores aplicados en empresas destaca el modelo “*Expanding Zero Waste*”, para medir los resultados y el impacto de las estrategias comerciales circulares basadas en la reducción de residuos (Veleva et al., 2017). Otro artículo (Franklin-Johnson et al., 2016) propone una métrica de rendimiento de materiales para medir la contribución del material en función del tiempo que esté en uso (considerando la restauración y reciclaje). Además existe una aplicación concreta a los residuos del plástico que mide el rendimiento de la CE (Huysman et al., 2017).

La importancia de medir la circularidad radica en la posibilidad de medir los efectos de la CE en términos de rentabilidad, creación de empleo e impactos ambientales. Se propone una posible medida basada en el valor económico de las partes del producto (Linder et al., 2017).

Además, considerando solamente el aspecto ambiental, se diseña un conjunto de indicadores para evaluar la eficiencia de un proceso específico del modelo de CE (eficiencia en el uso de recursos, minimización y conversión de residuos), que en este caso se aplican a la industria porcina considerando el impacto del estiércol. Este tipo de estudios son necesarios para evaluar la eficiencia de la CE y permitir a los encargados de tomar decisiones analizar si quieren implementarla (Molina-Moreno et al., 2017).

La GE representa solamente el 5% de las publicaciones, con énfasis en el análisis de la creación de empleos verdes. Una investigación en Rumanía ha demostrado el desarrollo de los mismos mediante indicadores de sostenibilidad y se concluye que deben continuar los esfuerzos para que los sectores verdes tengan potencial para crear empleos (Acelandu, 2015). La evaluación del desempeño de la GE también se ha aplicado a ciudades dentro de China, considerando la expansión económica, la protección del medio ambiente y los recursos. Los resultados indican que la mayoría de las ciudades han tenido un desempeño no eficiente (J. Li & Lin, 2016).

Con respecto a los indicadores de evaluación de sostenibilidad, se establece una metodología que permitirá a las empresas realizar una evaluación del nivel de desarrollo hacia una GE, incluyendo indicadores de transformación económica, de progreso y bienestar y de eficiencia de los recursos (Markina & Sharkova, 2014). Otra propuesta de metodología para evaluar el nivel de GE aplicada para Rio de Janeiro, es la utilización de indicadores parciales representativos de los aspectos económicos, sociales y ambientales de los sectores más representativos (Valle & Clímaco, 2015).

Se recomienda la implementación de “modelos econométricos verdes” utilizados para evaluar en los procesos de producción, el consumo de energía, junto con otros criterios de impacto de sostenibilidad ambiental y económica (Houshyar et al., 2015).

La BE, a pesar de contar con pocas investigaciones sobre indicadores (solamente el 4% de los artículos), se ha intentado analizar principalmente el aspecto económico de la aplicación de la misma, pero con diferentes limitaciones debido a la falta de una base de datos adecuada.

En Wesseler & von Braun (2017) se analizan diversas metodologías de medición y se determinan tres enfoques. El más tradicional es aproximar la BE como una parte del PIB, estimando también las cuotas de empleo. Otra forma es medir la proporción de la parte bio de los productos y servicios de la BE. Un tercer enfoque es considerar la BE como omnipresente y no asociarla a sectores específicos. Sin embargo, al medir la BE

Capítulo 1

también se deberían considerar impactos como: la reducción de emisiones de carbono, las mejoras en el agua, suelo y biodiversidad, mejoras en salud y bienestar. Considerando esto, los dos primeros enfoques serían incompletos y el tercero, que sería el más adecuado, es muy exigente. Se concluye que las mediciones de la BE aún están en los primeros pasos y presentan muchos desafíos a futuro.

Uno de los ejemplos encontrados para medir la BE en la Unión Europea, se basa en detectar cuales son los sectores relacionados con la BE total o parcialmente, y una vez identificados, calcular los ingresos, el valor agregado y el empleo generado por los mismos (Ronzon, Piotrowski, et al., 2017).

Otro artículo se enfoca en analizar los vínculos entre los sectores bioeconómicos y el resto de la economía de la Unión Europea mediante la utilización del modelo lineal SAM, considerando matrices elaboradas especialmente para el sector de la BE (BioSAM). El objetivo es identificar los sectores potenciales de la misma para tenerlos en cuenta en la formulación de políticas y toma de decisiones. Los resultados demuestran que la BE europea aún no ha demostrado todo su potencial sobre la producción y la generación de empleo (Fuentes et al., 2017).

Al realizar esta categorización, se percibe que aún queda un largo camino por recorrer en cuanto a la implementación empresarial y la evaluación económica de los impactos. Para los tres ámbitos, la escasez de las publicaciones y el análisis de las mismas determinan que se necesita una revisión profunda de los indicadores existentes y el desarrollo de otros que contemplen adecuadamente mediciones de los ámbitos sociales, económicos y ambientales, considerados globalmente.

Esta revisión de la literatura ha evidenciado la estrecha relación entre los tres conceptos y su interdependencia en la maximización de sus impactos sociales, económicos y ambientales para lograr el objetivo de un mundo más sostenible (Aguilar et al., 2018). De los resultados se desprende que el concepto de GE puede ser tomado como un concepto más general, considerando que tanto la BE como la CE son componentes de la GE. Si se tienen en cuenta los últimos años, se observa un nuevo

cambio de paradigma, que inicialmente se enfocó en una GE de forma general, luego se centró en los residuos y la CE y, finalmente, se consideraron los recursos biológicos a través de la BE. Se puede afirmar que la CE no está completa sin considerar una adecuada BE que trate los residuos orgánicos provenientes por ejemplo de la agricultura o forestal. Actualmente, se puede decir que el desarrollo de políticas de bioeconomía y economía circular contribuirá significativamente a los objetivos a escala mundial relacionados con el cambio climático, el desarrollo sostenible, la eficiencia de recursos, el reciclaje de residuos, junto con un mayor crecimiento económico y de oportunidades laborales (European Bioeconomy Alliance, 2016; Lewandowski, 2018). Debido a la estrecha relación observada en los últimos años, la Bioeconomía Circular ya ha sido mencionada en la actualización de la Estrategia de Bioeconomía para la Unión Europea.

A raíz de los resultados obtenidos, se consideró necesario investigar con mayor profundidad el análisis del impacto socioeconómico y ambiental de la BE. Por este motivo, el siguiente apartado se centra en actualizar esta revisión de la literatura considerando únicamente la bioeconomía y los artículos relacionados con la medición de posibles impactos ambientales, sociales y económicos, con el fin de conocer las bases de datos y metodologías utilizadas, y las variables consideradas.

1.3.2. Revisión de la literatura sobre metodologías, variables y bases de datos utilizadas para medir los impactos económicos, sociales y ambientales de la Bioeconomía

Los resultados de la revisión sistemática de la literatura anterior muestran que aún queda un largo camino por recorrer en términos de medición del impacto de la bioeconomía (Ferreira Gregorio et al., 2018). Si el objetivo es avanzar en el logro de los objetivos de desarrollo sostenible, se considera que para ayudar a los responsables políticos a evaluar la implementación de la bioeconomía, es necesario establecer criterios homogéneos para las bases de datos y metodologías de análisis. De esta forma, se podrá analizar no solo el impacto económico, sino también variables ambientales o

Capítulo 1

sociales, como por ejemplo la disminución en las emisiones de gases de efecto invernadero o el aumento en el empleo y la competitividad.

Este apartado de revisión de la literatura tiene como objetivo identificar los artículos más importantes sobre la medición de la bioeconomía, considerando los impactos económicos, sociales y ambientales, y analizarlos en profundidad. El objetivo principal es conocer cuáles son las metodologías utilizadas, los indicadores y variables más comunes, así como también las bases de datos recomendadas para medir el impacto de la bioeconomía. Este análisis es importante para la continuidad de esta tesis, con el fin de poder elegir la metodología y base de datos más recomendada para analizar la bioeconomía española.

Para realizar este análisis, se parte de la revisión de la literatura explicada en la sección anterior, que fue realizada en los inicios de esta tesis doctoral para obtener un panorama de la literatura científica de los temas escogidos. Considerando que la tesis se enfoca en la bioeconomía, se tienen en cuenta solo los artículos incluidos dentro de este tema, y se actualiza la revisión para los años 2018 y 2019 con el fin de incluir las últimas contribuciones publicadas. Finalmente, se han seleccionado aquellos artículos que se enfocan en la medición de al menos una variable del impacto de la bioeconomía, tanto económica, social o ambiental, obteniendo 26 artículos que se detallan en el Anexo I Tabla 4. Dicha selección permite establecer no solo las variables sino también las distintas metodologías y bases de datos utilizadas.

El análisis comienza con el artículo de Wesseler y von Braun (Wesseler & von Braun, 2017), quienes analizaron las diferentes metodologías existentes de medición de la bioeconomía, y se actualiza con las publicaciones más recientes.

Actualmente, no existe una metodología internacionalmente acordada para medir el progreso de la bioeconomía. Considerando que se han publicado varias políticas y estrategias alrededor del mundo, este tipo de metodología unificada es necesaria con el fin de poder comparar el impacto de la bioeconomía en diferentes países.

La revisión de la literatura muestra que las publicaciones que intentan medir la bioeconomía comenzaron a aparecer tomando en cuenta el impacto económico. A pesar de que los objetivos de las estrategias plantean beneficios en los tres ámbitos, no son frecuentes las metodologías orientadas a analizar tanto el impacto social como el ambiental, que han comenzado a surgir en los últimos años (Bracco et al., 2018).

En la tabla 1.4 se presenta un resumen del análisis de los artículos seleccionados considerando el enfoque de los tres pilares de la sostenibilidad (dimensiones social, económica y ambiental) (Ramcilovic-Suominen & Pülzl, 2018) y teniendo en cuenta las metodologías, bases de datos y variables que se utilizan en cada uno para medir los distintos impactos de la bioeconomía.

Capítulo 1

Tabla 1.4. Resumen de metodologías, variables y base de datos utilizadas para medir los impactos de la Bioeconomía

	Metodología	Impacto medible	Base de datos
Económico	Modelos econométricos Input-Output (I-O) Multiregional Input Output (MRIO) Social Accounting Matrices (SAM) Computable General Equilibrium models (CGE) Medir porcentaje Bio (entrevistas, informes de empresas)	Producto Bruto Interno (PBI) Valor Agregado Ingresos Costos Competitividad e innovación Producción Demanda Consumo Precios	Modular Applied General Equilibrium Tool (MAGNET) Bioeconomy Social accounting matrices (BioSAMs) Bancos y Estadísticas Nacionales Global Trade Analysis Project (GTAP) Multi-regional Environmentally Extended Supply and Use Input Output (EXIOBASE) World Input-Output database (WIOD)
Ambiental	Environmentally extended Input Output Life Cycle Assessment (LCA) Computable General Equilibrium models (CGE) Multiregional Input Output (MRIO)	Gases de efecto invernadero Huella ecológica (suelo, agua, recursos). Calentamiento global Uso de combustibles fósiles Biodiversidad Biomasa (uso y disponibilidad) Eficiencia energética Uso de recursos	Global supply chain database (EORA) Nomenclature generale des Activites economiques dans les Communautés europeennes (NACE) Common Agricultural Policy Regionalised Impact (CAPRI) Datos de empresas Emissions Energy Balance Statistics International Renewable Energy Agency
Social	Social extended Input-Output Social Life Cycle Assessment (SLCA) Social Accounting Matrices (SAM)	Empleo Productividad laboral Ingresos de hogares Seguridad alimentaria	International Energy Agency Input-Output tablas oficiales Food and Agriculture Organization (FAO) Naciones Unidas Labor Force Survey Social Hotspots Databases(SHDB) Eurostat

Fuente: elaboración propia.

1.3.2.1. Económico

Teniendo en cuenta los artículos que se enfocan en medir el impacto económico de la bioeconomía, se observa que utilizan diferentes metodologías, pero que predominan en general las basadas en el análisis Input-Output, las SAM y el modelo de equilibrio general aplicado (CGE) (Bracco et al., 2018; Smeets et al., 2014). Este análisis incluye artículos exclusivamente con enfoque económico y algunos con aspectos sociales y/o ambientales.

Las tablas input-output describen las interdependencias que existen entre los sectores de una economía, y son utilizadas para analizar impactos macroeconómicos. Las tablas input-output multiregionales (MRIO), incluyen no solo las interdependencias a nivel nacional sino también los vínculos entre países (Budzinski et al., 2017). Las SAM, se basan en las tablas input-output pero se complementan agregando datos que permiten cerrar el flujo circular de la renta y su análisis se realiza considerando los multiplicadores contables (Fuentes et al., 2017). Los CGE son instrumentos utilizados para analizar diferentes medidas o cambios en escenarios económicos.

En el análisis económico, las principales variables utilizadas son la producción, la demanda final, los ingresos, el valor agregado y el PIB. Con respecto a las bases de datos, se utiliza la SAM publicada para la Bioeconomía (BioSAM), las tablas input-output mundiales (WIOD), la base de datos EXIOBASE (tablas multiregionales socioeconómicas y ambientales) y las tablas de Origen y Destino o Input-Output de Eurostat. También se utilizan las bases de datos específicas para CGE, Global Trade Analysis Project (GTAP) y la herramienta MAGNET (Modular Applied General Equilibrium Tool) desarrollada por la Universidad Wageningen de Holanda (Woltjer & Kuiper, 2014).

Considerando la SAM, la BioSAM fue desarrollada específicamente para la bioeconomía incluyendo además del sector agrícola y el alimentario, otros que utilizan la biomasa como recurso como la bioenergía, los biocarburantes y la bioindustria. Con esta base de datos, se analizan los multiplicadores de producción y empleo para los países miembros de la UE para el año 2010 (Fuentes et al., 2017).

Capítulo 1

Las MRIO han sido utilizadas para analizar el sector de la madera en Alemania (Budzinski et al., 2017), considerando la base de datos EXIOBASE que permite realizar análisis socioeconómicos y ambientales a nivel de producto, industria y países.

Además, las tablas input-output han sido utilizadas para analizar la bioeconomía en determinados países como es el caso de Polonia (Loizou et al., 2019), o a nivel regional como por ejemplo, en Finlandia (Lehtonen & Okkonen, 2013).

Utilizando CGE, los artículos se enfocan en el análisis de la Unión Europea y los estados miembros y se identifica solo un artículo aplicado a EE.UU (Rogers et al., 2017). Predomina el uso de GTAP y MAGNET. Por ejemplo, MAGNET se ha utilizado para analizar los sectores de la bioenergía y los bioquímicos en Holanda teniendo en cuenta dos escenarios posibles: una mejora tecnológica y una apertura del comercio (van Meijl, et al., 2018). También se ha utilizado para estudiar la reducción de desperdicio alimenticio en hogares en la Unión Europea (Philippidis et al., 2019).

Además, se han identificado varios estudios que intentan medir la bioeconomía a través de diferentes metodologías y supuestos. Por ejemplo, modelos econométricos para Japón (Wen et al., 2019), y a nivel global (Asada & Stern, 2018). También se identificaron otros estudios basados en diferentes formas de determinar el porcentaje de producción que forma parte de la bioeconomía teniendo en cuenta la opinión de expertos consultores de la Unión Europea, y calculando así la facturación y el valor agregado de la misma (Ronzon, Piotrowski, et al., 2017; Ronzon & M'Barek, 2018).

1.3.2.2. Ambiental

La bioeconomía debe ser sostenible por lo que es necesario considerar los impactos ambientales que produce teniendo en cuenta como indicador clave la huella ambiental (Brizga et al., 2019). El enfoque ambiental relacionado con el desarrollo de la bioeconomía en muchos casos está vinculado al análisis económico. Por esta razón, varios de los artículos mencionados anteriormente también se considerarán en este enfoque.

Principalmente, los resultados muestran que al analizar los impactos ambientales destacan los modelos Input-Output y el enfoque multiregional. Se tienen en cuenta las tablas convencionales incluyendo una extensión de cuentas ambientales, que permite asignar el valor específico de determinada variable a la demanda final de un sector (Brizga et al., 2019). Varias MRIO han sido desarrolladas para poder analizar la huella ambiental, como por ejemplo, EORA, GTAP, WIOD y EXIOBASE (Stadler et al., 2018; Tukker et al., 2018). Estas tablas cuantifican los flujos de productos entre industrias y consumidores, tanto a nivel nacional como entre países, e incluyen las extensiones con variables ambientales. Con estas tablas es posible rastrear los productos consumidos en un país, determinando su origen en otro país o región. Ejemplos de las extensiones ambientales incluidas pueden ser las emisiones de gases de efecto invernadero, la extracción de recursos, los residuos, el uso de la tierra y el agua (Egenolf & Bringezu, 2019; Hertel et al., 2013).

Los modelos Input-Output con extensiones ambientales se utilizan por ejemplo, para analizar los países de la región Báltica utilizando MRIO y la base de datos EXIOBASE y considerando distintas variables como la huella de la tierra, agua y materiales (Brizga et al., 2019), y para el análisis de la madera en Alemania (Budzinski et al., 2017).

También se identifica el análisis del ciclo de vida (denominado *Life Cycle Assessment* (LCA)), como metodología muy utilizada para la medición de impactos ambientales de la bioeconomía. Considera cada etapa del ciclo de vida de un producto desde la extracción de los recursos hasta el final de su vida útil (Cristóbal et al., 2016). Los artículos que se centran únicamente en los impactos ambientales utilizan los modelos Input-Output, así como también el LCA. La combinación de ambas metodologías se puede ver para el caso del sector de combustibles para el transporte y plásticos en Alemania (Jander & Grundmann, 2019; Spierling et al., 2018) y para las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector agroalimentario en Irlanda (O'Donoghue et al., 2019). La metodología LCA se utiliza de forma individual para el caso

Capítulo 1

de Italia (Pergola et al., 2018) y para el sector de la madera en Alemania (Hildebrandt et al., 2018).

1.3.2.3. Social

Según Egenolf y Bringezu (2019), los indicadores para medir el impacto social de la bioeconomía pueden ser: seguridad laboral, empleo, derechos de los trabajadores, educación y formación, seguridad jurídica e integración social. Sin embargo, la mayoría de los artículos analizados hasta la fecha se basan únicamente en el cálculo del empleo.

Solo se han identificado dos artículos que se centran exclusivamente en el impacto social. Ambos utilizan la metodología SLCA (*Social Life Cycle Assessment*), que cuantifica los impactos de cada proceso en la cadena de valor, de forma similar al LCA mencionado previamente, pero incluyendo datos de impacto social, como por ejemplo, igualdad de género, trabajo infantil o trabajo forzoso (Falcone et al., 2019; Mattila et al., 2018). Uno de estos artículos también utilizó un modelo social extendido Input-Output para cuantificar los impactos derivados del suministro de productos de la madera en Finlandia (Mattila et al., 2018).

Dentro de esta categoría y en muchos casos como complemento del análisis económico, se considera la generación de empleo utilizando la extensión de la SAM y el multiplicador de empleo, por ejemplo, para la Unión Europea para 2010 con la BioSAM (Fuentes et al., 2017). Teniendo en cuenta las tablas input-output, el multiplicador de empleo de la economía también se calcula, por ejemplo, para Polonia (Loizou et al., 2019) y Finlandia (Lehtonen & Okkonen, 2013).

Para calcular el empleo también se utilizan otras metodologías que ya fueron mencionados previamente, que se basan en entrevistas con expertos o informes publicados para estimar la proporción bio de los sectores de la economía. Se aplica por ejemplo, para el caso de la Unión Europea (Ronzon, Piotrowski, et al., 2017; Ronzon & M'Barek, 2018).

1.4. Conclusiones

Con un enfoque exclusivo en la bioeconomía, los artículos analizados muestran que la literatura científica de la misma se centra principalmente en temas relacionados con el diseño y análisis de políticas y las aplicaciones a nivel sectorial. Las principales conclusiones en estos ámbitos demuestran una gran necesidad de intervención del gobierno en inversión y financiamiento para poder continuar con la investigación, innovación y el desarrollo de la bioeconomía. Además, la intervención del gobierno también es necesaria con fines de regulación mediante políticas que promuevan los objetivos relacionados.

Un primer análisis de la literatura hasta 2017 ha demostrado la falta de artículos relacionados con la medición de los impactos de la bioeconomía, predominando los enfocados en el análisis económico. Si se considera que la bioeconomía ha sido implementada en varios países a nivel mundial, es importante contar con una metodología o indicadores específicos que puedan utilizarse para poder medir y comparar su impacto entre los mismos.

Por este motivo, se analizó cuáles han sido las variables sobre las que se ha propuesto alguna forma de valoración y cuál ha sido la metodología utilizada, ya que el objetivo del trabajo es precisamente hacer propuestas en el sentido de medición con la metodología más adecuada.

De este análisis destaca la metodología de análisis multisectorial, considerando las tablas input-output o las SAM, y con la variación del modelo multiregional. Los problemas principales surgen a la hora de escoger la base de datos más adecuada.

Normalmente, las fuentes estadísticas oficiales cuentan con los datos a nivel agregados, pero si se considera que ciertos sectores pueden ser parcialmente bio, como es el caso de la química, suele ser complejo conocer la proporción del mismo que pertenece a la bioeconomía. Como solución, el JRC de la Comisión Europea situado en Sevilla ha desarrollado las BioSAM para todos los miembros de la Unión Europea para el 2010, publicadas en el *"Data portal of agro-economics research of the European*

Capítulo 1

Commission” en junio de 2018. Se trata de matrices SAM con el detalle desagregado de las cuentas relacionadas con la bioeconomía. También, algunos artículos mencionados previamente se han basado en utilizar entrevistas a expertos o informes relacionados con el fin de poder determinar el valor de la proporción perteneciente a la bioeconomía.

Sin embargo, este tema se vuelve más difícil cuando se quiere perfeccionar el análisis teniendo en cuenta no solo los valores a nivel nacional, por ejemplo, sino también las relaciones a nivel multiregional. Por otro lado, si se quiere analizar también el impacto ambiental, las cuentas extendidas medioambientales suelen tener una desegregación también básica, y esto perjudica el correcto análisis.

Es por esto, que del análisis de los artículos escogidos se puede determinar que existen diferentes métodos y bases de datos para medir la bioeconomía, con una inclinación mayoritaria hacia los modelos Input-Output y las SAM, pero que aún no existe una forma específica para el análisis de la misma que sea considerada como una mejor opción. Dependerá entonces del tipo de análisis que se quiere realizar y de las bases de datos disponibles según la región o país escogido.

Esta tesis se enfoca en la Bioeconomía para el caso de España, para ello se ha decidido utilizar la base de datos BioSAM (Mainar et al., 2018) ya que permite conocer el impacto económico de los sectores de la bioeconomía, así como también los datos de empleo, siendo hasta la fecha la única base de datos SAM que tiene desagregadas las cuentas asociadas a la bioeconomía. Cuenta con 80 productos, clasificados dentro de subgrupos tradicionales como agricultura y alimentación, así como también dentro de otros subgrupos que son difícil de desagregar como la bioindustria y la bioenergía. Se considera una herramienta muy útil para el análisis a realizar en esta tesis, ya que si se quisieran utilizar por ejemplo las tablas input-output publicadas por el Instituto Nacional de Estadística de España (INE) estas no tienen de forma desagregada las cuentas de la bioeconomía, ni tampoco una desagregación extendida del grupo agricultura o alimentación.

Por esta razón, para este trabajo se considera que la BioSAM española para 2010 es la base de datos ideal para utilizar como punto de partida, asumiendo el desfase temporal que supone.

La base de datos escogida se utilizará para el análisis de modelos multisectoriales lineales. Este tipo de modelos es elegido ya que mediante los mismos se puede analizar las interrelaciones que existen entre las cuentas de una economía, y la capacidad que tienen los diferentes agentes dentro de una economía para generar y absorber el impacto generado por un aumento de la renta. Esto permite identificar los sectores estratégicos para el crecimiento de la renta, pudiendo determinar cuáles son los sectores prioritarios a la hora de definir políticas económicas, ya que son los que impactarán más en la actividad económica en su conjunto. Siendo la aplicación de la bioeconomía una estrategia política que ha ido tomando mayor importancia en los últimos años, se considera que este tipo de análisis es fundamental para España. Además de ser modelos reconocidos y aplicados a nivel mundial, estos modelos ya han sido utilizados para el análisis de la bioeconomía, como fue mencionado en la revisión de la literatura. Una explicación y análisis más completo de los mismos se presentará en los capítulos 2 y 3.

Referencias

- Abdullah, H., Bakar, N., Jali, M., & Ibrahim, F. (2017). The current state of Malaysia's journey towards a green economy: The perceptions of the companies on environmental efficiency and sustainability. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7(1), 253–258.
- Abu-Ghunmi, D., Abu-Ghunmi, L., Kayal, B., & Bino, A. (2016). Circular economy and the opportunity cost of not “closing the loop” of water industry: The case of Jordan. *Journal of Cleaner Production*, 131, 228–236. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.043>
- Aceleanu, M. (2015). Green jobs in a green economy: support for a sustainable development. *Progress in Industrial Ecology, An International Journal*, 9(4), 341. <https://doi.org/10.1504/PIE.2015.076894>
- Aguilar, A., Wohlgemuth, R., & Twardowski, T. (2018). Perspectives on bioeconomy. *New Biotechnology*, 40, 181–184. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.06.012>
- Aguiñaga, E., Henriques, I., Scheel, C., & Scheel, A. (2016). Building resilience: A self-sustainable community approach to the triple bottom line. *Journal of Cleaner Production*, 173, 186–196. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.094>
- Aid, G., Eklund, M., Anderberg, S., & Baas, L. (2017). Expanding roles for the Swedish waste management sector in inter-organizational resource management. *Resources, Conservation and Recycling*, 124, 85–97. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.04.007>
- Aiello, G., Giovino, I., Vallone, M., Catania, P., & Argento, A. (2016). A decision support system based on multisensor data fusion for sustainable greenhouse management. *Journal of Cleaner Production*, 172, 4057–4065. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.197>
- Akinyemi, O., Osabuohien, E., Alege, P., & Ogundipe, A. (2017). Energy security, trade and transition to green economy in Africa. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7(3), 1–17. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2700026>
- Albino, V., & Fraccascia, L. (2015). The industrial symbiosis approach: A classification of business models. *Procedia Environmental Science, Engineering and Management*, 2(3), 217–223.
- Andreica, A., Bălu, O., & Bălu, P. (2014). Green Economy - From Theory To Practice. *Quality - Access to Success*, 15(S1), 523–530.
- Arancibia, F. (2013). Challenging the bioeconomy: The dynamics of collective action in Argentina. *Technology in Society*, 35(2), 79–92. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2013.01.008>

- Asada, R., & Stern, T. (2018). Competitive Bioeconomy? Comparing Bio-based and Non-bio-based Primary Sectors of the World. *Ecological Economics*, 149(February), 120–128. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.03.014>
- Bakar, N., Abdullah, H., Ibrahim, F., & Jali, M. (2017). Green economy: Evaluation of Malaysian company environmental sustainability. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7(2), 139–143.
- Bartolacci, F., Del Gobbo, R., Paolini, A., & Soverchia, M. (2017). Waste management companies towards circular economy: What impacts on production costs? *Environmental Engineering and Management Journal*, 16(8), 1789–1796. <https://doi.org/10.30638/eemj.2017.195>
- Bassi, A., De Rego, F., Harrisson, J., & Lombardi, N. (2015). WATERSTORY ILE: A Systemic Approach to Solve a Long-Lasting and Far-Reaching Problem. *Simulation and Gaming*, 46(3–4), 404–429. <https://doi.org/10.1177/1046878115580412>
- Beccarello, M., & Di Foggia, G. (2016). Economic analysis of EU strengthened packaging waste recycling targets. *Journal of Advanced Research in Law and Economics*, 7(8), 1930–1941. [https://doi.org/10.14505/jarle.v7.8 \(22\).02](https://doi.org/10.14505/jarle.v7.8 (22).02)
- Bell, J., Paula, L., Dodd, T., Németh, S., Nanou, C., Mega, V., & Campos, P. (2017). EU ambition to build the world's leading bioeconomy—uncertain times demand innovative and sustainable solutions. *New Biotechnology*, 40, 25–30. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.06.010>
- Biber-Freudenberger, L., Basukala, A., Bruckner, M., & Börner, J. (2018). Sustainability performance of national bio-economies. *Sustainability (Switzerland)*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/su10082705>
- Bobylev, S., Kudryavtseva, O., & Yakovleva, Y. (2015). Regional priorities of green economy 1. *Экономика Региона*, 2, 148–160. <https://doi.org/10.17059/2015-2-12>
- Bozkurt, Ö., & Stowell, A. (2016). Skills in the green economy: recycling promises in the UK e-waste management sector. *New Technology, Work and Employment*, 31(2), 146–160. <https://doi.org/10.1111/ntwe.12066>
- Bracco, S., Calicioglu, O., Gomez, M., & Flammini, A. (2018). Assessing the contribution of bioeconomy to the total economy: A review of national frameworks. *Sustainability (Switzerland)*, 10(6). <https://doi.org/10.3390/su10061698>
- Brizga, J., Miceikienė, A., & Liobikienė, G. (2019). Environmental aspects of the implementation of bioeconomy in the Baltic Sea Region: An input-output approach. *Journal of Cleaner Production*, 240. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118238>
- Bryzhan, I. (2016). Determining key industrial sectors for greening of Ukrainian Economy. *Актуальні Проблеми Економіки*, 1, 173–181.

Capítulo 1

- Budzinski, M., Bezama, A., & Thrän, D. (2017). Monitoring the progress towards bioeconomy using multi-regional input-output analysis: The example of wood use in Germany. *Journal of Cleaner Production*, *161*, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.090>
- Bundgaard, A., Mosgaard, M., & Remmen, A. (2017). From energy efficiency towards resource efficiency within the Ecodesign Directive. *Journal of Cleaner Production*, *144*, 358–374. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.144>
- Caparrós, A., Oviedo, J., Álvarez, A., & Campos, P. (2017). Simulated exchange values and ecosystem accounting: Theory and application to free access recreation. *Ecological Economics*, *139*, 140–149. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.04.011>
- Carvalho, H., Govindan, K., Azevedo, S., & Cruz-Machado, V. (2017). Modelling green and lean supply chains: An eco-efficiency perspective. *Resources, Conservation and Recycling*, *120*, 75–87. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.09.025>
- Chen, W., Chen, J., Xu, D., Liu, J., Niu, N., Chen, W., & Chen, J. (2017). Assessment of the practices and contributions of China's green industry to the socio-economic development. *Journal of Cleaner Production*, *153*, 648–656. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.065>
- Ciobanu, G., Balu, F., & Petrescu, I. (2017). Green work places and the necessity of measuring green economy. *Quality - Access to Success*, *18*(2), 226–230.
- Cristóbal, J., Matos, C., Aurambout, J., Manfredi, S., & Kavalov, B. (2016). Environmental sustainability assessment of bioeconomy value chains. *Biomass and Bioenergy*, *89*, 159–171. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2016.02.002>
- D'Amato, D., Droste, N., Allen, B., Kettunen, M., Lähtinen, K., Korhonen, J., Leskinen, P., Matthies, B. D., & Toppinen, A. (2017). Green, circular, bio economy: A comparative analysis of sustainability avenues. *Journal of Cleaner Production*, *168*, 716–734. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.053>
- D'Amado, I., Falcone, P., & Morone, P. (2020). A New Socio-economic Indicator to Measure the Performance of Bioeconomy Sectors in Europe. *Ecological Economics*, *176*, 106724. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106724>
- Dalhammar, C. (2016). Industry attitudes towards ecodesign standards for improved resource efficiency. *Journal of Cleaner Production*, *123*, 155–166. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.035>
- De Besi, M., & McCormick, K. (2015). Towards a bioeconomy in Europe: National, regional and industrial strategies. *Sustainability (Switzerland)*, *7*(8), 10461–10478. <https://doi.org/10.3390/su70810461>
- Deviatkin, I., Havukainen, J., & Horttanainen, M. (2017). Comparative life cycle assessment of thermal residue recycling on a regional scale: A case study of

- South-East Finland. *Journal of Cleaner Production*, 149, 275–289. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.087>
- Dietz, T., Börner, J., Förster, J., & von Braun, J. (2018). Governance of the bioeconomy: A global comparative study of national bioeconomy strategies. *Sustainability (Switzerland)*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/su10093190>
- Dong, L., Zhang, H., Fujita, T., Ohnishi, S., Li, H., Fujii, M., & Dong, H. (2013). Environmental and economic gains of industrial symbiosis for Chinese iron/steel industry: Kawasaki's experience and practice in Liuzhou and Jinan. *Journal of Cleaner Production*, 59, 226–238. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.06.048>
- Droste, N., Hansjürgens, B., Kuikman, P., Otter, N., Antikainen, R., Leskinen, P., Pitkänen, K., Saikku, L., Loiseau, E., & Thomsen, M. (2016). Steering innovations towards a green economy: Understanding government intervention. *Journal of Cleaner Production*, 135, 426–434. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.123>
- Dudin, M., Frolova, Y., Artemyeva, Y., Bezbakh, V., & Shakirov, S. (2016). Business entities within the agro-industrial sector and present-day trends in “green” logistics in a climate of transformation of the world economy. *International Journal of Economic Research*, 13(6), 2379–2390.
- Dulal, H., Dulal, R., & Yadav, P. (2015). Delivering green economy in Asia: The role of fiscal instruments. *Futures*, 73, 61–77. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2015.08.002>
- Dziura, B. (2016). Green economy and blue economy as alternative economic models in China (PRC). *Actual Problems of Economics*, 186(12), 215–221.
- Egenolf, V., & Bringezu, S. (2019). Conceptualization of an indicator system for assessing the sustainability of the bioeconomy. *Sustainability (Switzerland)*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/su11020443>
- European Bioeconomy Alliance. (2016). *Bioeconomy*. <http://bioeconomyalliance.eu/about-bioeconomy>
- European Commission. (2011). *A resource-efficient Europe — Flagship initiative under the Europe 2020 Strategy*. Communication European Parliament. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX%3A52011DC0021>
- European Commission. (2012). *Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe*. Directorate-General for Research and Innovation (European Commission). <https://doi.org/10.2777/6462>
- European Commission. (2014). *A policy framework for climate and energy in the period from 2020 to 2030*. Communication European Parliament. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52014DC0015>
- European Commission. (2018). *A sustainable bioeconomy for Europe: strengthening the connection between economy, society and the environment*. Directorate-General

Capítulo 1

- for Research and Innovation (European Commission). <https://doi.org/10.2777/792130>
- European Commission. (2019). *Energía limpia para todos los europeos*. Directorate-General for Energy (European Commission). <https://doi.org/10.2833/252136>
- Falagas, M., Pitsouni, E., Malietzis, G., & Pappas, G. (2007). Comparison of PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar: strengths and weaknesses. *The FASEB Journal*, 22(2), 338–342. <https://doi.org/10.1096/fj.07-9492LSF>
- Falcone, P., González, S., Imbert, E., Lijó, L., Moreira, M., Tani, A., Tartiu, V., & Morone, P. (2019). Transitioning towards the bio-economy: Assessing the social dimension through a stakeholder lens. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 26(5), 1135–1153. <https://doi.org/10.1002/csr.1791>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (2011). *The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW) – managing systems at risk*. In Food and Agriculture Organization of the United Nations and Earthscan. <http://www.fao.org/3/i1688e/i1688e00.htm>
- Ferrão, P., Ribeiro, P., Rodrigues, J., Marques, A., Preto, M., Amaral, M., Domingos, T., Lopes, A., & Costa, e I. (2014). Environmental, economic and social costs and benefits of a packaging waste management system: A Portuguese case study. *Resources, Conservation and Recycling*, 85, 67–78. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.10.020>
- Ferreira Gregorio, V., Pié, L., & Terceño, A. (2018). A systematic literature review of bio, green and circular economy trends in publications in the field of economics and business management. *Sustainability (Switzerland)*, 10(11). <https://doi.org/10.3390/su10114232>
- Folcut, O., & Grigore, N. (2016). EU's sustainable growth strategy: some implications on Romanian labour market. *Progress in Industrial Ecology, An International Journal*, 10(1), 79. <https://doi.org/10.1504/PIE.2016.078088>
- Fracascia, L., Magno, M., & Albino, V. (2016). Business models for industrial symbiosis: a guide for firms. *Procedia Environmental Science, Engineering and Management*, 3(2), 83–93.
- Franklin-Johnson, E., Figge, F., & Canning, L. (2016). Resource duration as a managerial indicator for Circular Economy performance. *Journal of Cleaner Production*, 133, 589–598. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.023>
- Fuentes, P., Mainar, A., & Ferrari, E. (2017). The role of bioeconomy sectors and natural resources in EU economies: A social accounting matrix-based analysis approach. *Sustainability (Switzerland)*, 9(12). <https://doi.org/10.3390/su9122383>

- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N., & Hultink, E. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, *143*, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Geng, Y., Fu, J., Sarkis, J., & Xue, B. (2012). Towards a national circular economy indicator system in China: An evaluation and critical analysis. *Journal of Cleaner Production*, *23*(1), 216–224. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.07.005>
- Geng, Y., Zhu, Q., Doberstein, B., & Fujita, T. (2009). Implementing China's circular economy concept at the regional level: A review of progress in Dalian, China. *Waste Management*, *29*(2), 996–1002. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.06.036>
- German Bioeconomy Council. (2018). *Bioeconomy Policy (Part III) – Synopsis of National Strategies around the World*. https://bioekonomierat.de/fileadmin/Publikationen/berichte/GBS_2018_Bioeconomy-Strategies-around-the_World_Part-III.pdf
- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, *114*, 11–32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>
- Giurca, A., & Späth, P. (2017). A forest-based bioeconomy for Germany? Strengths, weaknesses and policy options for lignocellulosic biorefineries. *Journal of Cleaner Production*, *153*, 51–62. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.156>
- Gnoni, M., Mossa, G., Mummolo, G., Tornese, F., & Verriello, R. (2017). Circular Economy Strategies for Electric and Electronic Equipment: a Fuzzy Cognitive Map. *Environmental Engineering & Management Journal*, *16*(8), 1807–1817. <https://doi.org/10.30638/eemj.2017.197>
- Gobierno de España. (2016). *Estrategia Española de Bioeconomía. Horizonte 2030*. Ministerio de Economía y Competitividad. http://imaisd.usc.es/ftp/oit/documentos/1683_gl.pdf
- Golembiewski, B., Sick, N., & Bröring, S. (2015). Patterns of Convergence Within the Emerging Bioeconomy — The Case of the Agricultural and Energy Sector. *International Journal of Innovation and Technology Management*, *12*(03), 1550012. <https://doi.org/10.1142/S0219877015500121>
- Golev, A., & Corder, G. (2016). Modelling metal flows in the Australian economy. *Journal of Cleaner Production*, *112*, 4296–4303. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.07.083>
- Gómez, A., González, F., & Bárcena, M. (2018). Smart eco-industrial parks: A circular economy implementation based on industrial metabolism. *Resources, Conservation and Recycling*, *135*, 58–69. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.08.007>

Capítulo 1

- Granek, F. (2011). Business value of toxics reduction and pollution prevention planning. *Journal of Cleaner Production*, 19(5), 559–560. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.09.012>
- Guillen-Royo, M., Guardiola, J., & Garcia-Quero, F. (2017). Sustainable development in times of economic crisis: A needs-based illustration from Granada (Spain). *Journal of Cleaner Production*, 150, 267–276. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.008>
- Guo, B., Geng, Y., Ren, J., Zhu, L., Liu, Y., & Sterr, T. (2017). Comparative assessment of circular economy development in China's four megacities: The case of Beijing, Chongqing, Shanghai and Urumqi. *Journal of Cleaner Production*, 162, 234–246. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.061>
- Guo, B., Geng, Y., Sterr, T., Dong, L., & Liu, Y. (2016). Evaluation of promoting industrial symbiosis in a chemical industrial park: A case of Midong. *Journal of Cleaner Production*, 135(800), 995–1008. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.006>
- Guo, Z., Liu, H., Zhang, D., & Yang, J. (2017). Green Supplier Evaluation and Selection in Apparel Manufacturing Using a Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making Approach. *Sustainability (Switzerland)*, 9(4), 650. <https://doi.org/10.3390/su9040650>
- Hagman, L., Blumenthal, A., Eklund, M., & Svensson, N. (2018). The role of biogas solutions in sustainable biorefineries. *Journal of Cleaner Production*, 172, 3982–3989. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.180>
- Han, F., Liu, Y., Liu, W., & Cui, Z. (2017). Circular economy measures that boost the upgrade of an aluminum industrial park. *Journal of Cleaner Production*, 168, 1289–1296. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.115>
- Hausknost, D., Schriebl, E., Lauk, C., & Kalt, G. (2017). A transition to which bioeconomy? An exploration of diverging techno-political choices. *Sustainability (Switzerland)*, 9(4). <https://doi.org/10.3390/su9040669>
- Heinonen, T., Pukkala, T., Mehtätalo, L., Asikainen, A., Kangas, J., & Peltola, H. (2017). Scenario analyses for the effects of harvesting intensity on development of forest resources, timber supply, carbon balance and biodiversity of Finnish forestry. *Forest Policy and Economics*, 80, 80–98. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2017.03.011>
- Hertel, T., Steinbuks, J., & Baldos, U. (2013). Competition for land in the global bioeconomy. *Agricultural Economics (United Kingdom)*, 44(SUPPL1), 129–138. <https://doi.org/10.1111/agec.12057>
- Houshyar, E., Dalgaard, T., Tarazkar, M. H., & Jørgensen, U. (2015). Energy input for tomato production what economy says, and what is good for the environment. *Journal of Cleaner Production*, 89, 99–109. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.11.022>

- Huang, B., Wang, X., Kua, H., Geng, Y., Bleischwitz, R., & Ren, J. (2018). Construction and demolition waste management in China through the 3R principle. *Resources, Conservation and Recycling*, 129, 36–44. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.029>
- Huysman, S., De Schaepmeester, J., Ragaert, K., Dewulf, J., & De Meester, S. (2017). Performance indicators for a circular economy: A case study on post-industrial plastic waste. *Resources, Conservation and Recycling*, 120, 46–54. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.01.013>
- Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2018). *Global Warming of 1.5°C*. <https://www.ipcc.ch/sr15/>
- Islam, R., Siwar, C., Ludin, N., Chowdhury, M., & Ibrahim, Y. (2012). Green economy: assessing the greenness of the Malaysian economy. *International Journal of Green Economics*, 6(3), 226. <https://doi.org/10.1504/IJGE.2012.050972>
- Jander, W., & Grundmann, P. (2019). Monitoring the transition towards a bioeconomy: A general framework and a specific indicator. *Journal of Cleaner Production*, 236, 117564. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.07.039>
- Jenkins, T. (2008). Toward a biobased economy: examples from the UK. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 2(2), 133–143. <https://doi.org/10.1002/bbb.62>
- Jiao, W., & Boons, F. (2017). Policy durability of Circular Economy in China: A process analysis of policy translation. *Resources, Conservation and Recycling*, 117, 12–24. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.10.010>
- Jiménez-Rivero, A., & García-Navarro, J. (2018). Best practices for the management of end-of-life gypsum in a circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 167, 1335–1344. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.068>
- Johansson, J. (2016). Participation and deliberation in Swedish forest governance: The process of initiating a National Forest Program. *Forest Policy and Economics*, 70, 137–146. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2016.06.001>
- Jurgilevich, A., Birge, T., Kentala-Lehtonen, J., Korhonen-Kurki, K., Pietikäinen, J., Saikku, L., & Schösler, H. (2016). Transition towards circular economy in the food system. *Sustainability (Switzerland)*, 8(1), 1–14. <https://doi.org/10.3390/su8010069>
- Kamal, N., & Dir, Z. (2015). Accelerating the Growth of Bioeconomy in Malaysia. *Journal of Commercial Biotechnology*, 21(2), 43–56. <https://doi.org/10.5912/jcb686>
- Kerckhoven, S. Van, Bécault, E., & Marx, A. (2015). Ecological tax reform initiatives in Africa. *International Journal of Green Economics*, 9(1), 58. <https://doi.org/10.1504/IJGE.2015.067885>
- Koukios, E., Monteleone, M., Texeira, M., Charalambous, A., Girio, F., Hernández, E. L., Mannelli, S., Parajó, J., Polycarpou, P., & Zabaniotou, A. (2018). Targeting sustainable bioeconomy: A new development strategy for Southern European

Capítulo 1

- countries. The Manifesto of the European Mezzogiorno. *Journal of Cleaner Production*, 172, 3931–3941. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.020>
- Kröger, M., & Raitio, K. (2017). Finnish forest policy in the era of bioeconomy: A pathway to sustainability? *Forest Policy and Economics*, 77, 6–15. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2016.12.003>
- Kuisma, M., & Kahiluoto, H. (2017). Biotic resource loss beyond food waste: Agriculture leaks worst. *Resources, Conservation and Recycling*, 124, 129–140. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.04.008>
- Kumar, N., & Sinha, N. (2014). Transition towards a green economy: role of FDI. *International Journal of Technology and Globalisation*, 7(4), 288. <https://doi.org/10.1504/IJTG.2014.066619>
- Lainez, M., González, J., Aguilar, A., & Vela, C. (2018). Spanish strategy on bioeconomy: Towards a knowledge based sustainable innovation. *New Biotechnology*, 40, 87–95. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.05.006>
- Le Blanc, D. (2011). Special issue on green economy and sustainable development. *Natural Resources Forum*, 35(3), 151–154. <https://doi.org/10.1111/j.1477-8947.2011.01398.x>
- Lehtonen, O., & Okkonen, L. (2013). Regional socio-economic impacts of decentralised bioeconomy: A case of Suutela wooden village, Finland. *Environment, Development and Sustainability*, 15(1), 245–256. <https://doi.org/10.1007/s10668-012-9372-6>
- Lewandowski, I. (2018). *Bioeconomy Shaping the Transition to a Sustainable, Biobased Economy* (I. Lewandowski (Ed.)). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-68152-8>
- Li, J., & Lin, B. (2016). Green economy performance and green productivity growth in China's cities: Measures and policy implication. *Sustainability (Switzerland)*, 8(9). <https://doi.org/10.3390/su8090947>
- Li, Y., & Ma, C. (2015). Circular economy of a papermaking park in China: A case study. *Journal of Cleaner Production*, 92, 65–74. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.098>
- Linder, M., Sarasini, S., & van Loon, P. (2017). A Metric for Quantifying Product-Level Circularity. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 545–558. <https://doi.org/10.1111/jiec.12552>
- Liu, D., Li, H., Wang, W., & Dong, Y. (2012). Constructivism scenario evolutionary analysis of zero emission regional planning: A case of Qaidam Circular Economy Pilot Area in China. *International Journal of Production Economics*, 140(1), 341–356. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.04.008>

- Liu, H., Ou, X., Yuan, J., & Yan, X. (2017). Experience of producing natural gas from corn straw in China. *Resources, Conservation and Recycling*, 135, 216–224. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.005>
- Loiseau, E., Saikku, L., Antikainen, R., Droste, N., Hansjürgens, B., Pitkänen, K., Leskinen, P., Kuikman, P., & Thomsen, M. (2016). Green economy and related concepts: An overview. *Journal of Cleaner Production*, 139, 361–371. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.08.024>
- Loizou, E., Jurga, P., Rozakis, S., & Faber, A. (2019). Assessing the potentials of bioeconomy sectors in Poland employing input-output modeling. *Sustainability (Switzerland)*, 11(3), 1–12. <https://doi.org/10.3390/su11030594>
- Ma, S. H., Wen, Z. G., Chen, J. N., & Wen, Z. C. (2014). Mode of circular economy in China's iron and steel industry: A case study in Wu'an city. *Journal of Cleaner Production*, 64, 505–512. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.008>
- Ma, S., Hu, S., Chen, D., & Zhu, B. (2015). A case study of a phosphorus chemical firm's application of resource efficiency and eco-efficiency in industrial metabolism under circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 87(1), 839–849. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.10.059>
- Maaß, O., & Grundmann, P. (2016). Added-value from linking the value chains of wastewater treatment, crop production and bioenergy production: A case study on reusing wastewater and sludge in crop production in Braunschweig (Germany). *Resources, Conservation and Recycling*, 107, 195–211. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.01.002>
- Mainar, A., Philippidis, G., & Caivano, A. (2018). *BioSAMs for the EU Member States: Constructing Social Accounting Matrices with a detailed disaggregation of the bio-economy* (JRC Technical Reports). European Commission- Joint Research Centre. <https://doi.org/10.2760/811691>
- Manomaivibool, P., & Hong, J. (2014). Two decades, three WEEE systems: How far did EPR evolve in Korea's resource circulation policy? *Resources, Conservation and Recycling*, 83, 202–212. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.10.011>
- Markina, I., & Sharkova, A. (2014). Assessment methodology for resource-efficient development of organizations in the context of the green economy. *Journal of Applied Economic Sciences*, 9(4), 687–693.
- Mathews, J., Tang, Y., & Tan, H. (2011). China's move to a Circular Economy as a development strategy. *Asian Business and Management*, 10(4), 463–484. <https://doi.org/10.1057/abm.2011.18>
- Mattila, T., Judl, J., Macombe, C., & Leskinen, P. (2018). Evaluating social sustainability of bioeconomy value chains through integrated use of local and global methods. *Biomass and Bioenergy*, 109, 276–283. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2017.12.019>

Capítulo 1

- McCormick, K., & Kautto, N. (2013). The Bioeconomy in Europe: An Overview. *Sustainability (Switzerland)*, 5(6), 2589–2608. <https://doi.org/10.3390/su5062589>
- McDowall, W., Geng, Y., Huang, B., Barteková, E., Bleischwitz, R., Türkeli, S., Kemp, R., & Doménech, T. (2017). Circular Economy Policies in China and Europe. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 651–661. <https://doi.org/10.1111/jiec.12597>
- Meyer, R. (2017). Bioeconomy strategies: Contexts, visions, guiding implementation principles and resulting debates. *Sustainability (Switzerland)*, 9(6). <https://doi.org/10.3390/su9061031>
- Mo, H., Wen, Z., & Chen, J. (2009). China's recyclable resources recycling system and policy: A case study in Suzhou. *Resources, Conservation and Recycling*, 53(7), 409–419. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2009.03.002>
- Molina-Moreno, V., Leyva-Díaz, J., Llorens-Montes, F., & Cortés-García, F. (2017). Design of indicators of circular economy as instruments for the evaluation of sustainability and efficiency in wastewater from pig farming industry. *Water (Switzerland)*, 9(9). <https://doi.org/10.3390/w9090653>
- Musango, J., Brent, A., & Bassi, A. (2014). Modelling the transition towards a green economy in South Africa. *Technological Forecasting and Social Change*, 87, 257–273. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.12.022>
- Mustalahti, I. (2018). The responsive bioeconomy: The need for inclusion of citizens and environmental capability in the forest based bioeconomy. *Journal of Cleaner Production*, 172, 3781–3790. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.132>
- Nasir, M., Genovese, A., Acquaye, A., Koh, S., & Yamoah, F. (2017). Comparing linear and circular supply chains: A case study from the construction industry. *International Journal of Production Economics*, 183, 443–457. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.06.008>
- Noya, I., Aldea, X., González-García, S., Gasol, C., Moreira, M., Amores, M., Marín, D., & Boschmonart-Rives, J. (2017). Environmental assessment of the entire pork value chain in Catalonia – A strategy to work towards Circular Economy. *Science of the Total Environment*, 589, 122–129. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.02.186>
- O'Brien, M., Wechsler, D., Bringezu, S., & Schaldach, R. (2017). Toward a systemic monitoring of the European bioeconomy: Gaps, needs and the integration of sustainability indicators and targets for global land use. *Land Use Policy*, 66, 162–171. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.04.047>
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2011). *Industrial biotechnology and climate change, opportunities and challenges*. Directorate for Science, Technology and Innovation. <https://www.oecd.org/sti/emerging->

- tech/reportonindustrialbiotechnologyandclimatechangeopportunitiesandchallenges.htm
- O'Donoghue, C., Chyzheuskaya, A., Grealis, E., Kilcline, K., Finnegan, W., Goggins, J., Hynes, S., & Ryan, M. (2019). Measuring GHG emissions across the agri-food sector value chain: The development of a bioeconomy input-output model. *International Journal on Food System Dynamics*, 10(1), 55–85. <https://doi.org/10.18461/ijfsd.v10i1.04>
- Pannicke, N., Gawel, E., Hagemann, N., Purkus, A., & Strunz, S. (2015). The political economy of fostering a wood-based bioeconomy in Germany. *German Journal of Agricultural Economics*, 64(4), 224–243. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.270182>
- Parajuly, K., & Wenzel, H. (2017). Potential for circular economy in household WEEE management. *Journal of Cleaner Production*, 151, 272–285. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.045>
- Park, J., Sarkis, J., & Wu, Z. (2010). Creating integrated business and environmental value within the context of China's circular economy and ecological modernization. *Journal of Cleaner Production*, 18(15), 1492–1499. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.06.001>
- Patermann, C., & Aguilar, A. (2018). The origins of the bioeconomy in the European Union. *New Biotechnology*, 40, 20–24. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.04.002>
- Pearce, D., Markandya, A., & Barbier, E. (1989). *Blueprint for a Green Economy*. Earthscan Publications Limited.
- Perez-Valls, M., Cespedes-Lorente, J., & Moreno-Garcia, J. (2016). Green Practices and Organizational Design as Sources of Strategic Flexibility and Performance. *Business Strategy and the Environment*, 25(8), 529–544. <https://doi.org/10.1002/bse.1881>
- Pergola, M., Piccolo, A., Palese, A., Ingrao, C., Di Meo, V., & Celano, G. (2018). A combined assessment of the energy, economic and environmental issues associated with on-farm manure composting processes: Two case studies in South of Italy. *Journal of Cleaner Production*, 172, 3969–3981. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.04.111>
- Philippidis, G., Bartelings, H., & Smeets, E. (2018). Sailing into Uncharted Waters: Plotting a Course for EU Bio-Based Sectors. *Ecological Economics*, 147, 410–421. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.01.026>
- Philippidis, G., Sartori, M., Ferrari, E., & M'Barek, R. (2019). Waste not, want not: A bio-economic impact assessment of household food waste reductions in the EU. *Resources, Conservation and Recycling*, 146, 514–522. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.04.016>

Capítulo 1

- Pickering, J., & Mitchell, P. (2017). What drives national support for multilateral climate finance? International and domestic influences on Australia's shifting stance Acknowledgments. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 17(1), 107–125. <https://doi.org/10.1007/s10784-016-9346-5>
- Pitkänen, K., Antikainen, R., Droste, N., Loiseau, E., Saikku, L., Aissani, L., Hansjürgens, B., Kuikman, P., Leskinen, P., & Thomsen, M. (2016). What can be learned from practical cases of green economy? –studies from five European countries. *Journal of Cleaner Production*, 139, 666–676. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.08.071>
- Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., & Ormazabal, M. (2018). Towards a consensus on the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 179, 605–615. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.224>
- Puttkammer, J., & Grethe, H. (2015). The Public Debate on Biofuels in Germany: Who Drives the Discourse? *German Journal of Agricultural Economics*, 64(4), 263–273. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.270184>
- Rakauskiene, O., & Okuneviciute-Neveauskiene, L. (2015). Strategic guidelines of increasing employment and reducing unemployment in the context of EU (Lithuanian case). *Transformations in Business and Economics*, 14(2), 224–253.
- Ramcilovic-Suominen, S., & Pülzl, H. (2018). Sustainable development – A 'selling point' of the emerging EU bioeconomy policy framework? *Journal of Cleaner Production*, 172, 4170–4180. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.157>
- Ranta, V., Aarikka-Stenroos, L., Ritala, P., & Mäkinen, S. (2017). Exploring institutional drivers and barriers of the circular economy: A cross-regional comparison of China, the US, and Europe. *Resources, Conservation and Recycling*, 135, 70–82. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.08.017>
- Raubenheimer, K., & McIlgorm, A. (2017). Is the Montreal Protocol a model that can help solve the global marine plastic debris problem? *Marine Policy*, 81, 322–329. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.04.014>
- Ravera, F., Scheidel, A., Dell'Angelo, J., Gamboa, G., Serrano, T., Mingorría, S., Cabello, V., Arizpe, N., & Ariza, P. (2014). Pathways of rural change: an integrated assessment of metabolic patterns in emerging ruralities. *Environment, Development and Sustainability*, 16(4), 811–820. <https://doi.org/10.1007/s10668-014-9534-9>
- Richter, J., & Koppejan, R. (2016). Extended producer responsibility for lamps in Nordic countries: Best practices and challenges in closing material loops. *Journal of Cleaner Production*, 123, 167–179. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.131>
- Rogers, J., Stokes, B., Dunn, J., Cai, H., Wu, M., Haq, Z., & Baumes, H. (2017). An assessment of the potential products and economic and environmental impacts

- resulting from a billion ton bioeconomy. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 11(1), 110–128. <https://doi.org/10.1002/bbb.1728>
- Ronzon, T., Lusser, M., Klinkenberg, M., Landa, L., Sanchez Lopez, J., M`Barek, R., Hadjamu, G., Belward, A., Camia, A., Giuntoli, J., Cristobal, J., Paris, C., Ferrari, E., Marelli, L., Torres de Matos, C., Gomez Barbero, M., & Rodriguez Cerezo, E. (2017). *Bioeconomy Report 2016* (JRC Scientific and Policy Report). European Commission- Joint Research Centre. <https://doi.org/10.2760/20166>
- Ronzon, T., & M`Barek, R. (2018). Socioeconomic indicators to monitor the EU's bioeconomy in transition. *Sustainability (Switzerland)*, 10(6). <https://doi.org/10.3390/su10061745>
- Ronzon, T., Piotrowski, S., M`Barek, R., & Carus, M. (2017). A systematic approach to understanding and quantifying the EU's bioeconomy. *Bio-Based and Applied Economics*, 6(1), 1–17. <https://doi.org/10.13128/BAE-20567>
- Ronzon, T., Piotrowski, S., Tamosiunas, S., Dammer, L., Carus, M., & M`barek, R. (2020). Developments of Economic Growth and Employment in Bioeconomy Sectors across the EU. *Sustainability (Switzerland)*, 12(11), 4507. <https://doi.org/10.3390/su12114507>
- Salemdeeb, R., Al-Tabbaa, A., & Reynolds, C. (2016). The UK waste input-output table: Linking waste generation to the UK economy. *Waste Management and Research*, 34(10), 1089–1094. <https://doi.org/10.1177/0734242X16658545>
- Sasson, A., & Malpica, C. (2018). Bioeconomy in Latin America. *New Biotechnology*, 40, 40–45. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.07.007>
- Scheiterle, L., Ulmer, A., Birner, R., & Pyka, A. (2018). From commodity-based value chains to biomass-based value webs: The case of sugarcane in Brazil's bioeconomy. *Journal of Cleaner Production*, 172, 3851–3863. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.150>
- Schmitz, H. (2015). How does China's rise affect the green transformation? *International Journal of Technology and Globalisation*, 8(1), 1. <https://doi.org/10.1504/IJTG.2015.077869>
- Shi, H., Chertow, M., & Song, Y. (2010). Developing country experience with eco-industrial parks: a case study of the Tianjin Economic-Technological Development Area in China. *Journal of Cleaner Production*, 18(3), 191–199. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.10.002>
- Shutes, L., Philippidis, G., M`Barek, R., Ronzon, T., Ferrari, E., & van Meijl, H. (2017). *SDGs in the global MAGNET model for policy coherence analysis* (Research Brief). European Commission- Joint Research Centre. https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC108799/jrc_researchbrief_magnet_sdg_v2

Capítulo 1

- Silverman, M., Ricci, E., & Gunter, M. (1990). Strategies for Increasing the Rigor of Qualitative Methods in Evaluation of Health Care Programs. *Evaluation Review*, 14(1), 57–74. <https://doi.org/10.1177/0193841X9001400104>
- Smeets, E., Leeuwen, M. van, Valin, H., Tsiropoulos, Y., Moiseyev, A., Lindner, M., O'Brien, M., Schutz, H., Schouten, M., Verburg, P., Verhagen, W., Junker, F., & Msangi, S. (2014). *Annotated bibliography on qualitative and quantitative models for analysing the bio-based economy* (Working paper D 2.3). LEI Wageningen UR. <https://www.wecr.wur.nl/satbbe/PublicationDetail.aspx?id=10>
- Spierling, S., Knüpffer, E., Behnsen, H., Mudersbach, M., Krieg, H., Springer, S., Albrecht, S., Herrmann, C., & Endres, H. J. (2018). Bio-based plastics - A review of environmental, social and economic impact assessments. *Journal of Cleaner Production*, 185, 476–491. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.014>
- Stadler, K., Wood, R., Bulavskaya, T., Södersten, C., Simas, M., Schmidt, S., Usubiaga, A., Acosta-Fernández, Kuenen, J., Bruckner, M., Giljum, S., Lutter, S., Merciai, S., Schmidt, J., Theurl, M., Plutzer, C., Kastner, T., Eisenmenger, N., Erb, K., ... Tukker, A. (2018). EXIOBASE 3: Developing a Time Series of Detailed Environmentally Extended Multi-Regional Input-Output Tables. *Journal of Industrial Ecology*, 22(3), 502–515. <https://doi.org/10.1111/jiec.12715>
- Staffas, L., Gustavsson, M., & McCormick, K. (2013). Strategies and policies for the bioeconomy and bio-based economy: An analysis of official national approaches. *Sustainability (Switzerland)*, 5(6), 2751–2769. <https://doi.org/10.3390/su5062751>
- Strebel, H., & Posch, A. (2004). Interorganisational cooperation for sustainable management in industry : on industrial recycling networks and sustainability networks. *Progress in Industrial Ecology, An International Journal*, 1(4), 348–362. <https://doi.org/10.1504/PIE.2004.005841>
- Su, B., Heshmati, A., Geng, Y., & Yu, X. (2013). A review of the circular economy in China: Moving from rhetoric to implementation. *Journal of Cleaner Production*, 42, 215–227. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.020>
- Sultan, R. (2013). A green industry for sustainable trade strategies: the case of the manufacturing sector in Mauritius. *International Journal of Green Economics*, 7(2), 162. <https://doi.org/10.1504/IJGE.2013.057446>
- Sun, A. (2013). The establishment of the green tax policy in China - To accelerate the construction of circular economy experimental zone in Qaidam basin of Qinghai province as an example. *Asian Social Science*, 9(3), 148–153. <https://doi.org/10.5539/ass.v9n3p148>
- Supino, S., Malandrino, O., Testa, M., & Sica, D. (2016). Sustainability in the EU cement industry: The Italian and German experiences. *Journal of Cleaner Production*, 112, 430–442. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.022>

- Tecchio, P., McAlister, C., Mathieux, F., & Ardente, F. (2017). In search of standards to support circularity in product policies: A systematic approach. *Journal of Cleaner Production*, 168, 1533–1546. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.198>
- Toppinen, A., Pätäri, S., Tuppurä, A., & Jantunen, A. (2017). The European pulp and paper industry in transition to a bio-economy: A Delphi study. *Futures*, 88, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2017.02.002>
- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. *British Journal of Management*, 14(3), 207–222. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.00375>
- Tukker, A., Giljum, S., & Wood, R. (2018). Recent Progress in Assessment of Resource Efficiency and Environmental Impacts Embodied in Trade: An Introduction to this Special Issue. *Journal of Industrial Ecology*, 22(3), 489–501. <https://doi.org/10.1111/jiec.12736>
- United Nations Environment Programme [UNEP]. (2011). *Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication*. United Nations. www.unep.org/greeneconomy
- United Nations. (2015). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. A New Era in Global Health. Springer Publishing Company. <https://doi.org/10.1891/9780826190123.ap02>
- Valle, R., & Clímaco, J. (2015). A new tool to facilitate quantitative assessment of green activities - A trial application for Rio de Janeiro. *Technological Forecasting and Social Change*, 98, 336–344. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.03.006>
- van Meijl, H., Tsiropoulos, I., Bartelings, H., Hoefnagels, R., Smeets, E., Tabeau, A., & Faaij, A. (2018). On the macro-economic impact of bioenergy and biochemicals – Introducing advanced bioeconomy sectors into an economic modelling framework with a case study for the Netherlands. *Biomass and Bioenergy*, 108, 381–397. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2017.10.040>
- Vargas-Hernandez, J., Pallagast, K., & Hammer, P. (2018). Bio-economy at the Crossroads of Sustainable Development. *Revista Internacional Interdisciplinar*, 15(2), 2037. <https://doi.org/10.30612/re-ufgd.v5i10.8601>
- Veleva, V., Bodkin, G., & Todorova, S. (2017). The need for better measurement and employee engagement to advance a circular economy: Lessons from Biogen's "zero waste" journey. *Journal of Cleaner Production*, 154, 517–529. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.177>
- Verde, C. (2015). Strategy and Green business model: The case of Carlsberg group. *Quality - Access to Success*, 16(148), 75.

Capítulo 1

- Wackernagel, M., Onisto, L., Bello, P., Linares, C., Falfan, I., Garcia, J., Guerrero, I., & Guerrero, M. (1999). National natural capital accounting with the ecological footprint concept. *Ecological Economics*, 29, 375–390. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(98\)90063-5](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(98)90063-5)
- Wang, Q., Deutz, P., & Chen, Y. (2017). Building institutional capacity for industrial symbiosis development: A case study of an industrial symbiosis coordination network in China. *Journal of Cleaner Production*, 142, 1571–1582. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.146>
- World Commission on Environment and Development [WCED]. (1987). *The Brundtland report: 'Our common future'*. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>
- Wen, X., Quacoe, D., Quacoe, D., Appiah, K., & Danso, B. (2019). Analysis on bioeconomy's contribution to GDP: Evidence from Japan. *Sustainability (Switzerland)*, 11(3), 1–17. <https://doi.org/10.3390/su11030712>
- Wesseler, J., & von Braun, J. (2017). Measuring the Bioeconomy: Economics and Policies. *Annual Review of Resource Economics*, 9(1), 275–298. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100516-053701>
- Whalen, K., Milios, L., & Nussholz, J. (2017). Bridging the gap: Barriers and potential for scaling reuse practices in the Swedish ICT sector. *Resources, Conservation and Recycling*, 135, 123–131. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.07.029>
- Wield, D. (2013). Bioeconomy and the global economy: Industrial policies and bio-innovation. *Technology Analysis and Strategic Management*, 25(10), 1209–1221. <https://doi.org/10.1080/09537325.2013.843664>
- Wieser, H. (2016). Beyond Planned Obsolescence. *GAIA-Ecological Perspectives for Science and Society*, 25(3), 156-160. <https://doi.org/10.14512/gaia.25.3.5>
- Winning, M., Calzadilla, A., Bleischwitz, R., & Nechifor, V. (2017). Towards a circular economy: insights based on the development of the global ENGAGE-materials model and evidence for the iron and steel industry. *International Economics and Economic Policy*, 14(3), 383-407. <https://doi.org/10.1007/s10368-017-0385-3>
- Woltjer, G., & Kuiper, M. (2014). *The MAGNET model: Module description*. LEI Wageningen UR. <https://edepot.wur.nl/310764>
- Wübbecke, J., & Heroth, T. (2014). Challenges and political solutions for steel recycling in China. *Resources, Conservation and Recycling*, 87, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.03.004>
- Wysockińska, Z. (2013). Transition To A Green Economy In The Context Of Selected European And Global Requirements For Sustainable Development. *Comparative Economic Research*, 16(4), 203–226. <https://doi.org/10.2478/cer-2013-0034>

- Wysokińska, Z. (2016). The “New” environmental policy of the European Union: A path to development of a circular economy and mitigation of the negative effects of climate change. *Comparative Economic Research*, 19(2), 57–73. <https://doi.org/10.1515/cer-2016-0013>
- Yang, P. (2009). Public finance and environment: correlations of selected taxes with pollution and CO₂ emissions in China between 1999 and 2006. *International Journal of Green Economics*, 3(1), 48. <https://doi.org/10.1504/IJGE.2009.026491>
- Yong, R. (2007). The circular economy in China. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 9(2), 121–129. <https://doi.org/10.1007/s10163-007-0183-z>
- Yu, C., De Jong, M., & Dijkema, G. (2014). Process analysis of eco-industrial park development - The case of Tianjin, China. *Journal of Cleaner Production*, 64, 464–477. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.09.002>
- Yushchenko, A., & Patel, M. (2016). Contributing to a green energy economy? A macroeconomic analysis of an energy efficiency program operated by a Swiss utility. *Applied Energy*, 179, 1304–1320. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.12.028>
- Zhao, H., Guo, S., & Zhao, H. (2018). Comprehensive benefit evaluation of eco-industrial parks by employing the best-worst method based on circular economy and sustainability. *Environment, Development and Sustainability*, 20(3), 1229–1253. <https://doi.org/10.1007/s10668-017-9936-6>
- Zhao, H., Zhao, H., & Guo, S. (2017). Evaluating the comprehensive benefit of eco-industrial parks by employing multi-criteria decision making approach for circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 142, 2262–2276. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.041>
- Zink, T., Geyer, R., & Startz, R. (2018). Toward Estimating Displaced Primary Production from Recycling: A Case Study of U.S. Aluminum. *Journal of Industrial Ecology*, 22(2), 314–326. <https://doi.org/10.1111/jiec.12557>

Anexo I

Tabla 1. Publicaciones sobre CE por categorías

Categorías	Revistas	Autores / Año de publicación
Diseño o análisis de políticas	Asian Business and Management	Mathews et al., 2011
	Asian Social Science	Sun 2013
	Comparative Economic Research	Wysokińska 2016
	Handbook of Contemporary China	Lee et al., 2011
	International Journal of Production Economics	Liu et al., 2012
	Journal of Cleaner Production	Silva et al., 2015; Aguiñaga et al., 2016; Dalhammar et al., 2016; Tsiliyannis et al., 2016; Golev and Corder 2016; Bundgaard et al., 2017; Guo et al., 2017
	Journal of Industrial Ecology	McDowall et al., 2017
	Journal of Material Cycles and Waste Management	Yong 2017
	Marine Policy	Raubenheimer and McIlgorm, A. 2017
	Resources Conservation And Recycling	Mo et al., 2009; Wübbeke and Heroth 2014; Manomaivibool and Hong 2014; Jiménez-Rivero and García-Navarro 2017; Ranta et al., 2017; Jiao and Boons 2017; Cobo et al., 2017;
	Taking Stock of Industrial Ecology	Hill 2015
	Waste Management	Geng et al., 2009
	Journal of Wuhan University of Technology	Zhu 2006
	Aplicación sectorial/ clúster	Environmental Engineering and Management Journal
Journal of Industrial Ecology		Chen et al., 2012; Pagotto and Halog 2016; Zink et al., 2017
Science of the Total Environment		Noya et al., 2017
Waste Management		Salemdeeb et al., 2016
Environment, Development and Sustainability		Zhao et al., 2017
International Economics and Economic Policy		Winning et al., 2017
International Journal of Production Economics		Nasir et al., 2017
Journal of Advanced Research in Law and Economics		Beccarello and Di Foggia 2016
Journal Of Cleaner Production		Shi et al., 2010; Hu et al., 2011; Dong et al., 2013; Yu et al., 2014; Ma et al., 2014; Guo et al., 2016; Supino et al., 2016; Zhao and Guo 2017; Han et al., 2017; Wang et al., 2017

	Resources Conservation And Recycling	Liu and Bai 2014; Krystofik et al., 2017; Saidani et al., 2017; Aid et al., 2017; Hu et al., 2017; Zhang et al., 2011
Caso de estudio	Journal Of Cleaner Production	Li and Ma 2015; Ma et al., 2015; Richter and Koppejan 2016; De los Rios and Charnley 2017; Deviatkin et al., 2017
	Resources Conservation And Recycling	Liu et al., 2017; Krystofik and Gaustad 2017
	Taking Stock of Industrial Ecology	McIntyre and Ortiz 2015
	Thunderbird International Business Review	Rattalino 2017
	Business Strategy and the Environment	Hazen et al., 2017
Comportamiento del consumidor	Futures	Hobson and Lynch 2016
	Journal Of Cleaner Production	Liu et al., 2009; Miliute-Plepiene and Plepys 2015; Van Weelden et al., 2016; Mondéjar-Jiménez et al., 2016; Zorpas et al., 2016; Gu et al., 2017; Guo et al., 2017; Mugge et al., 2017; Atlason et al., 2017
	Resources Conservation And Recycling	Xue et al., 2010; Favot et al., 2017; Zhong and Pearce 2018
PYMES/ Empresas familiares	Journal of Industrial Engineering and Management	Ormazabal et al., 2016
	Business History	Norris 2017
	Journal Of Cleaner Production	Franco 2017
	Resources Conservation And Recycling	Singh et al., 2017
	Sustainability (Switzerland)	Zamfir et al., 2017; Rizos et al., 2016
	Thunderbird International Business Review	Goyal et al., 2016
Estilos de gestión	Journal of Economic Policy Reform	Yujing and Huihuang 2007
	Environmental Engineering and Management Journal	Gnoni et al., 2017
	GAIA	Wieser 2016
	Journal Of Cleaner Production	Park et al., 2010; Abu-Ghunmi et al., 2016; Kuznetsova et al., 2016; Iacovidou et al., 2017; Urbinati et al., 2017; Zhou et al., 2017; Parajuly and Wenzel 2017; Densley Tingley et al., 2017; Tecchio et al., 2017; De Almeida et al., 2017; Busch et al., 2017; Zeng et al., 2017; Jiménez-Rivero and García-Navarro 2018
	Journal of industrial ecology	Zhu et al., 2011; Niero et al., 2017
	Logistics and Supply Chain Innovation: Bridging the Gap between Theory and Practice	Zijm and Klumpp 2015
	Procedia Environmental Science, Engineering and Management	Albino and Fraccascia 2015; Fraccascia et al., 2016
	Progress in Industrial Ecology	Strebel and Posch 2004
	Resources Conservation And Recycling	Wen et al., 2007; Maaß and Grundmann 2016; Viani et al., 2016; Ng et al., 2016; Witjes and Lozano 2016; Kuisma and Kahiluoto 2017; Whalen et al., 2017; Martín Gómez et al., 2017; Kane et al., 2017; Li and Hu 2017; Huang et al., 2018; Gómez et al., 2017; Kane et al., 2017
	Sustainability (Switzerland)	Jurgilevich et al., 2016

Capítulo 1

	Technological Forecasting and Social Change	Despeisse et al., 2017
Responsabilidad Social Corporativa	Corporate Social Responsibility and Environmental Management	Kuo et al., 2012
	Environment, Development and Sustainability	Kopnina 2017
	Futures	Mathews 2011
	Journal of Cleaner Production	Sihvonen and Partanen 2017; Weissbrod and Bocken 2017
Diseño de productos	Industrial Marketing Management	Spring and Araujo 2017
	International Journal of Production Research	van Loon et al., 2017
	Journal Of Cleaner Production	Bakker et al., 2014; Smol et al., 2015; Sabaghi et al., 2015; Ferreira-Cabello et al., 2016; Singh and Ordoñez 2016; Sommerhuber et al., 2016; Ziyani et al., 2017
	Resources Conservation And Recycling	Vanegas et al., 2017; Akanbi et al., 2018
Educación	Journal Of Cleaner Production	Kılıç 2018
	Journal of industrial ecology	Geng et al., 2009
	Local Economy	Andrews 2015
	Resources Conservation And Recycling	Whalen et al., 2017
	Taking Stock of Industrial Ecology	Chertow and Park 2015
Evaluación del ciclo de vida	International Journal of Product Lifecycle Management	Portillo-Barco and Charnley 2015
	Journal Of Cleaner Production	Deviatkin et al., 2016; Low et al., 2016; Cooper et al., 2017; Cong et al., 2017; Daddi et al., 2017; Oldfield et al., 2017; Oldfield et al., 2018
	Journal of industrial ecology	Mattila et al., 2012; Hass et al., 2015
	Marine Policy	Gilbert et al., 2017
	Omega (United Kingdom)	Genovese et al., 2017
	Resources Conservation And Recycling	Sommerhuber et al., 2017; Miatto et al., 2017; Pauliuk et al., 2017; Lausset et al., 2017; Zeng et al., 2017
	Taking Stock of Industrial Ecology	Stahel and Clift 2015; Moriguchi and Hashimoto 2015
Indicadores	Journal Of Cleaner Production	Geng et al., 2012; Franklin-Johnson et al., 2016; Adibi et al., 2017; Veleva et al., 2017
	Journal of Industrial Ecology	Linder et al., 2017
	Resources Conservation And Recycling	Huysman et al., 2017; Di Maio et al., 2017
Innovación	Business Strategy and the Environment	Linder and Williander 2017
	Foresight and STI Governance	Hojnik et al., 2017
	International Economics and Economic Policy	Kemp et al., 2017
	Journal Of Cleaner Production	Matus et al., 2012; Scheel 2016; Novais et al., 2017
	The Automobile Revolution: Towards a New Electro-Mobility Paradigm	Fournier 2016

	The Handbook of Service Innovation	Roos and Agarwal 2015
	Vlakna a Textil	Aneja et al., 2016
	Environment, Development and Sustainability	Kopnina 2015; Koop and van Leeuwen 2017
	Innovation	Balasescu and Seguin 2017
	International Journal of Innovation and Sustainable Development	Webster 2007
	Journal of Business Ethics	Murray et al., 2017
Marco teórico/ conceptual	Journal Of Cleaner Production	Fischer and Pascucci 2017; Iacovidou et al., 2017
	Journal of industrial ecology	Chertow and Ehrenfeld 2012; Yuan et al., 2016
	Prakseologia	Qiao 2013
	Resources Conservation And Recycling	Kirchherr et al., 2017
	Systems Research and Behavioral Science	Chen 2009
	Technological Forecasting and Social Change	Jabbour et al., 2017
	Thunderbird International Business Review	Esposito et al., 2017
	WSEAS Transactions on Business and Economics	Kralj et al., 2017
	Bio-based and Applied Economics	Vollar et al., 2016
	Journal Of Cleaner Production	Cohen and Muñoz 2016; Mohamed Sultan et al., 2017
	Resources Conservation And Recycling	Machacek et al., 2015; Steuer et al., 2018
		Technology in Society
	International Journal of Operations and Production Management	Smart et al., 2017
	International Journal of Technology Management and Sustainable Development	Barrie et al., 2017
Revisión de la literatura	Journal Of Cleaner Production	Su et al., 2013; Jiao and Boons 2014; Ghisellini et al., 2016; Lieder and Rashid 2016; Geissdoerfer et al., 2017; Elia et al., 2017; Pomponi and Moncaster 2017; Saavedra et al., 2018
	Organization and Environment	Walls and Paquin 2015
	Renewable and Sustainable Energy Reviews	Winans et al., 2017
	Resources Conservation And Recycling	Burlakovs et al., 2017
	Sustainability (Switzerland)	Lewandowski 2016; Masi et al., 2017
Turismo	Aestimium	Girard and Nocca 2017
	Quality-Access to Success	Giurea et al., 2017

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Publicaciones sobre BE por categorías

Categorías	Revistas	Autores / Año de publicación
Diseño o análisis de políticas	Academy of Strategic Management Journal	Kasatovaa et al., 2016
	Agricultural Economics (United Kingdom)	Swinnen and Weersink 2013; Zilberman et al., 2013
	Foresight	Grebenyuk and Ravin 2017
	Forest Policy and Economics	Kröger and Raitio 2017
	Futures	Sisto et al., 2016
	German Journal of Agricultural Economics	Zilberman et al., 2015; Pannicke et al., 2015; Puttkammer and Grethe 2015
	Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management	Jaffé 2015
	Journal Of Cleaner Production	Ramcilovic-Suominen and Pülzl 2018; Blumberga et al., 2016; Koukios et al., 2016.
	Journal of Commercial Biotechnology	Kamal and Dir 2015
	Law and Agroecology: A Transdisciplinary Dialogue	Koukios 2015
	New Biotechnology	Sasson and Malpica 2018; Bell et al., 2018; Lainez et al., 2018; Patermann and Aguilar 2018
	New Medit	Padella and Finco 2009
	Sustainability (Switzerland)	Staffas et al., 2013; McCormick and Kautto 2013; De Besi and McCormick 2015.
	Technology Analysis and Strategic Management	Wield 2013
Aplicación sectorial/ clúster	Technology in Society	Arancibia 2013
	Biofuels, Bioproducts and Biorefining	Jenkins 2008
	Biomass and Bioenergy	van Meijl et al., 2018
	AgBioForum	McFadden and Miranowski 2016
	Economic Development Quarterly	Low and Isserman 2009
	Forest Policy and Economics	Johansson 2016
	Futures	Toppinen et al., 2017
	Global Bioethanol: Evolution, Risks, and Uncertainties	Araújo 2016
	International Business Management	Tatuev et al., 2016
	Journal Of Cleaner Production	Hagman et al., 2016; Giurca and Späth 2017
Caso de estudio	Technological and Institutional Innovations for Marginalized Smallholders in Agricultural Development	Virchow et al., 2016
	Environment, Development and Sustainability	Lehtonen and Okkonen 2013; Ravera et al., 2014
	Forest Policy and Economics	Heinonen et al., 2017
	International Journal of Innovation and Technology Management	Golembiewski et al., 2015
	Journal Of Cleaner Production	Pergola et al., 2016; Scheiterle et al., 2016; Mustalahti 2017

	Journal of Commercial Biotechnology	Harvey 2010
	Science and Engineering Ethics	Vochozka et al., 2017
Responsabilidad Social Corporativa	Forest Policy and Economics	Pătări et al., 2017
PYMES/ Empresas familiares	New Biotechnology	Egea et al., 2018
	Journal of Commercial Biotechnology	Festel et al., 2012
	New Biotechnology	Mengal et al., 2018
Estilos de gestión	Journal Of Cleaner Production	Aquilani et al., 2016
	Science Technology and Human Values	Birch 2017
Educación	International Journal of Innovation Management	Festel 2015
	Journal of Commercial Biotechnology	Festel and Rittershaus 2014
	Annual Review of Resource Economics	Wesseler and Von Braun 2017
Indicadores	Bio-based and Applied Economics	Ronzon et al., 2017
	Sustainability (Switzerland)	Fuentes-Saguar et al., 2017
	Journal Of Cleaner Production	Egelyng et al., 2016; Purkus et al., 2016
Innovación	Journal of the Knowledge Economy	Grundel and Dahlström 2016
	Science Technology and Human Values	Morrison and Cornips 2012
	Technology in Society	Reis-Castro and Hendrickx 2013
Inversión	Biofuels, Bioproducts and Biorefining	Abbati de Assis et al., 2017
	Journal of Commercial Biotechnology	Festel and Rammer 2015
	AgBioForum	Zilberman and Kim 2011
	Agricultural Economics (United Kingdom)	Swinnen and Riera 2013
Marco teórico/ conceptual	International Food and Agribusiness Management Review	Boehlje and Bröring 2011
	Quality-Access to Success	Bran 2017
	Science Technology and Human Values	Birch and Tyfield 2013; Goven and Pavone 2015
Revisión de la literatura	Sustainability (Switzerland)	Pfau et al., 2014; Bugge et al., 2016
	Journal Of Cleaner Production	D'Amato et al., 2017
Turismo	Journal Of Cleaner Production	Balata and Tola 2016
	Journal of Enterprising Communities	Turner et al., 2012

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Publicaciones sobre GE por categorías

Categorías	Revistas	Autores / Año de publicación
Diseño o análisis de políticas	Actual Problems of Economics	Nekos and Soloshych 2014; Dziura 2016
	Applied Energy	Yushchenko and Patel 2016
	Asian Social Science	Bassi et al., 2014
	Capital and Class	Holgersen and Warlenius 2016
	Cities	Ahmad et al., 2013
	Comparative Economic Research	Wysokińska 2013
	Economic Development Quarterly	Harper-Anderson 2012
	Economy and Society	Janković and Bowman 2014
	Economy of Regions	Bobylev et al., 2015
	Energy Economics	Schmalensee 2012
	Environmental and Resource Economics	Gronwald et al., 2017
	Espacios	Apsalyamova et al., 2017
	Futures	Dulal et al., 2015
	Globalizations	Goodman and Salleh 2013
	International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics	Bratman 2014; McAfee 2016; Pickering and Mitchell 2017
	International Journal of Ecological Economics and Statistics	Onyusheva et al., 2017; Patlasov and Zharov 2017
	International Journal of Economics and Financial Issues	Dovgot'Ko et al., 2016
	International Journal of Energy Economics and Policy	Abdullah et al., 2017; Bakar et al., 2017; Matraeva et al., 2017; Akinyemi et al., 2017
	International Journal of Green Economics	Yang 2009; Newton 2011; Chichilnisky 2011; Islam et al., 2012; Saidmamatov et al., 2014; Kerckhoven et al., 2015; Megwai et al., 2016
	International Journal of Technology and Globalisation	Schmitz 2015
Journal Of Cleaner Production	Granek 2011; Puppim De Oliveira et al., 2013; Droste et al., 2016; Chen et al., 2017; Guillen-Royo et al., 2017; Weber and Cabras 2018	
Law and Development Review	Tania 2013	
Local Economy	James and Cato 2014	
Progress in Industrial Ecology	Zenchanka and Korshuk 2015; Folcut and Grigore 2016; Zaharia 2016	
Quality-Access to Success	Ciobanu and Velciu 2011; Ciobanu et al., 2014; Boboc et al., 2015	
Resource and Energy Economics	Barbier 2016	
Review of International Political Economy	Brand and Wissen 2013	
Scandinavian Journal of Economics	Goeschl and Perino 2017	

	Simulation and Gaming	Bassi et al., 2015
	South African Journal of Economic and Management Sciences	Ettmayr and Lloyd 2017
	Technological Forecasting and Social Change	Musango et al., 2014
	Technology Analysis and Strategic Management	Steward 2012
	Transformations in Business and Economics	Rakauskiene and Okuneviciute-Neveauskiene 2015
	World Development	Never and Betz 2014
	Applied Energy	Li and Lin 2017
	Academy of Strategic Management Journal	Apsalyamova et al., 2017
	Ecological Economics	Caparrós et al., 2017
	Espacios	Dudin et al., 2017
	Forest Policy and Economics	Kalonga and Kulindwa 2017; Kröger 2017
	Green Economic Structures in Modern Business and Society	Guz and Ivolga 2015; Lescheva and Ivolga 2015
	Green in Software Engineering	Calero and Piattini 2015
	International Business Management	Kundius et al., 2016
	International Journal of Economic Research	Dudin et al., 2016
Aplicación sectorial/ clúster	International Journal of Energy Economics and Policy	Dudin et al., 2017; Dudin et al., 2017
	International Journal of Green Economics	Sultan 2013
	International Journal of Technology and Globalisation	Kumar and Sinha 2014
	Journal of Environmental Economics and Management	Walls et al., 2017
	Journal of Cleaner Production	Hurmekoski et al., 2017
	Marine Policy	Christiansen 2017
	Review of International Political Economy	DiMuzio 2012
	Sustainable Technologies, Policies, and Constraints in the Green Economy	Jean-Vasile 2013; Filipović et al., 2013; Jean-Vasile et al., 2013
	Technology Analysis and Strategic Management	Kedron and Bagchi-Sen 2017
	Technological Forecasting and Social Change	Gouvea et al., 2013
	World Development	Montefrio and Dressle 2016
	Ecological Economics	Watson et al., 2016
	International Journal of Green Economics	Aryal et al., 2015
Caso de estudio	Journal Of Cleaner Production	Pitkänen et al., 2016
	New Technology, Work and Employment	Bozkurt and Stowell 2016
	Quality-Access to Success	Verde 2015; Selvaggi 2017; Ciobanu et al., 2017
	Resources Conservation And Recycling	Ferrão et al., 2014

Capítulo 1

Comportamiento del consumidor	Business Strategy and the Environment	Mustonen et al., 2016 and Hinnen et al., 2017
	Ecological Economics	Bauwens et al., 2017; Yadav and Pathak 2017
	International Journal of Green Economics	Widihasta 2013; Pratiwi 2013; Taufique et al., 2014
	Journal of Policy Modeling	Garces-Voisenat and Mukherjee 2016
Estilos de gestión	Journal of Promotion Management	Bresciani et al., 2016
	Actual Problems of Economics	Bryzhan 2016
	Business Strategy and the Environment	Perez-Valls et al., 2016
	Contributions to Economics	Melikhov et al., 2017
	Ecological Economics	Elliott and Lindley 2017
	Economic Modelling	Carfi and Schilirò 2012
	Journal Of Cleaner Production	Lorek and Spangenberg 2014; McCormick et al., 2016; Aiello et al., 2016
	Quality-Access to Success	Andreica et al., 2014
	Resources Conservation And Recycling	Carvalho et al., 2017; Shen et al., 2017
	Review of Radical Political Economics	Kenis and Lievens 2016
PYMES/ Empresas familiares	Sustainability (Switzerland)	Zhang et al., 2016; Guo et al., 2017
	Resource and Energy Economics	Cecere and Mazzanti 2017
Responsabilidad Social Corporativa	Industry and Innovation	Muscio et al., 2017
	Ecological Economics	Maggioni and Santangelo 2017
	Progress in Industrial Ecology	Touny and Shusha 2015
	Quality-Access to Success	Viola et al., 2013; Bran et al., 2013
Educación	Sustainability Accounting, Management and Policy Journal	Weber 2017
	Journal Of Cleaner Production	Leire et al., 2016
	Problems and Perspectives in Management	Nhamo 2014; Ahmad et al., 2015
	Progress in Industrial Ecology	Anghelută 2016
Indicadores	Quality-Access to Success	Anghelută 2016
	Journal Of Cleaner Production	Houshyar et al., 2015
	Environmental Economics and Policy Studies	Endriana et al., 2015
	International Journal of Social Economics	Lane 2011
	Journal Of Applied Economic Sciences	Markina and Sharkova 2014
	Progress in Industrial Ecology	Aceleanu 2015
	Social and Economic Studies	Moore et al., 2015
Sustainability (Switzerland)	Li and Lin 2016	
Technological Forecasting and Social Change	Valle and Clímaco 2015	

Innovación	Ecological Economics	Antonioli and Mazzanti 2017
	Economics and Sociology	Urbaniec 2015
	Industry and Innovation	Faria and Andersen 2017
	Journal of Economic Geography	Davies and Mullin 2011
	Quality-Access to Success	Chapple et al., 2011
	Technological Forecasting and Social Change	Mazzanti and Rizzo 2017; Faria and Andersen 2017
Inversión	Journal of Economic Issues	Warnecke 2015
	Quality-Access to Success	Dobre and Boboc 2013
Marco teórico/ conceptual	Futures	Vazquez-Brust et al., 2014
	Prague Economic Papers	Kasztelan 2017
	Quality-Access to Success	Bran 2011 y 2013; Curea 2011; Bran 2013; Ciobotaru and Anghelută 2014
	Small Business Economics	Demirel et al., 2017
Otros	Quality-Access to Success	Antonescu 2014
	GAIA	Wäger 2011
	International Journal of Green Economics	Kennet 2009; Bruyeré and Filiberto 2013
	Transitions to Sustainability	Lopes 2015
	International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics	Ehresman and Okereke 2014
Revisión de la literatura	Journal Of Cleaner Production	Loiseau et al., 2016
	Technology in Society	Tariq et al., 2017
Turismo	Bridging Tourism Theory and Practice	DeLacy and Lipman 2010
	Journal Of Cleaner Production	Law et al., 2013
	Journal of Internet Banking and Commerce	Dzhusibalieva et al., 2016
	Journal of Sustainable Tourism	Law et al., 2012 y 2017
	Tourism Geographies	Duffy 2015
	Tourism Recreation Research	Holden 2013 y 2015

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Selección de artículos que miden impactos económicos, sociales o ambientales de la Bioeconomía

Título del artículo	Revista	Autores/Año de publicación
Bio-economic modeling of water quality improvements using a dynamic applied general equilibrium approach	Ecological Economics	Dellink, R. et al. (2011)
Environmental aspects of the implementation of bioeconomy in the Baltic Sea Region: An input-output approach	Journal of Cleaner Production	Brizga, J. et al. (2019)
Waste not, want not: A bio-economic impact assessment of household food waste reductions in the EU	Resources, Conservation and Recycling	Philippidis, G. et al. (2019)
Competition for land in the global bioeconomy	Agricultural Economics	Hertel, T. et al. (2013)
Environmental sustainability assessment of bioeconomy value chains	Biomass and Bioenergy	Cristóbal, J. et al. (2015)
Revealing the Environmental Advantages of Industrial Symbiosis in Wood-Based Bioeconomy Networks: An Assessment From a Life Cycle Perspective	Journal of Industrial Ecology	Hildebrandt, J. et al. (2018)
Bio-based plastics - A review of environmental, social and economic impact assessments	Journal of Cleaner Production	Spierling, S. et al. (2018)
Measuring GHG Emissions Across the Agri-Food Sector Value Chain: The Development of a Bioeconomy Input-Output Model	Int. J. Food System Dynamics	O'Donoghue, C. et al. (2019)
Monitoring the progress towards bioeconomy using multiregional input-output analysis: The example of wood use in Germany	Journal of Cleaner Production	Budzinski, M. et al. (2017)
An assessment of the potential products and economic and environmental impacts resulting from a billion ton bioeconomy	Biofuels, Bioproducts and Biorefining	Rogers, J. et al. (2017)
Assessing the contribution of bioeconomy to the total economy: A review of national frameworks	Sustainability	Bracco, S. et al. (2018)
A combined assessment of the energy, economic and environmental issues associated with on-farm manure composting processes: Two case studies in South of Italy	Journal of Cleaner Production	Pergola, M. et al. (2018)
Sustainability Performance of National Bio-Economies	Sustainability	Biber-Freudenberger, L. et al. (2018)
On the macro-economic impact of bioenergy and biochemicals. Introducing advanced bioeconomy sectors into an economic modelling framework with a case study for the Netherlands	Biomass and Bioenergy	van Meijl, H. et al. (2018)
Conceptualization of an indicator system for assessing the sustainability of the bioeconomy	Sustainability	Egenolf, V. & Bringezu, S. (2019)
Monitoring the transition towards a bioeconomy: A general framework and a specific indicator	Journal of Cleaner Production	Jander, W. & Grundmann, P. (2019)
Evaluating social sustainability of bioeconomy value chains through integrated use of local and global methods	Biomass and Bioenergy	Mattila, T. et al. (2018)
Transitioning towards the bio-economy: Assessing the social dimension through a stakeholder lens	Corporate Social Responsibility and Environmental Management	Falcone, P. et al. (2019)
Regional socio-economic impacts of decentralised bioeconomy: A case of Suutela wooden village, Finland	Environment, Development and Sustainability	Lehtonen, O. & Okkonen, L. (2013)
Measuring the bioeconomy: economics and policies	Annual Review of Resource Economics	Wesseler, J. & von Braun, J. (2017)
The role of bioeconomy sectors and natural resources in EU economies: A social accounting matrix-based analysis approach	Sustainability	Fuentes-Saguar, P. et al. (2017)
A systematic approach to understanding and quantifying the EU's bioeconomy	Bio-based and Applied Economics	Ronzon, T. et al. (2017)
Socioeconomic Indicators to Monitor the EU's Bioeconomy in Transition	Sustainability	Ronzon, T. & M'Barek, R. (2018)
Competitive Bioeconomy? Comparing Bio-based and Non-biobased Primary Sectors of the World	Ecological Economics	Asada, R. & Stern, T. (2018)
Assessing the Potentials of Bioeconomy Sectors in Poland Employing Input-Output Modeling	Sustainability	Loizou, E. et al. (2019)
Analysis of Bioeconomy's Contributions to GDP: Evidence from Japan	Sustainability	Xuezhou Wen et al. (2019)

Fuente: elaboración propia.

CAPÍTULO 2

MATRICES DE CONTABILIDAD SOCIAL: UNA APLICACIÓN PARA LA BIOECONOMÍA EN ESPAÑA

2.1. Introducción

La Matriz de Contabilidad Social, ya definida previamente como SAM por su sigla en inglés (Social Accounting Matrix), es una base de datos en forma de matriz que permite representar información económica y social de todas las transacciones realizadas entre los agentes de una economía durante un periodo de tiempo, generalmente un año (Fuentes et al., 2015). Se considera un instrumento de gran utilidad para conocer la estructura de una economía, ya que incluye las relaciones entre los agentes económicos sobre producción, comercio exterior, generación de ingresos, consumo, ahorro e inversión.

Los orígenes de las SAMs se establecen en los trabajos pioneros realizados por Stone (1962, 1978) y Pyatt y Round (1979) entre otros, y los posteriores avances sobre su uso como modelo de análisis económico (Defourny & Thorbecke, 1984; Pyatt & Round, 1985). Desde entonces se han desarrollado SAMs para diferentes países, pero no fue hasta 1993 cuando aparecieron recogidas en las directrices del Sistema de Cuentas Nacionales (*System of National Accounts SNA*), y en el año 1995 por el Sistema Europeo de Cuentas (*European System of Accounts ESA*).

En España, las SAMs se han utilizado para diferentes tipos de análisis en distintos años tanto a nivel nacional como regional. Ejemplos de las primeras matrices construidas para España son los trabajos de Kehoe et al. (1988) para la matriz española de 1980 y Uriel et al. (1997) para la matriz española de 1990. Con el paso del tiempo, se han publicado para diferentes años, por ejemplo para 1995 (Cardenete & Sancho, 2006), para el año 2000 (Lucena & Serrano, 2006), 2005 y 2008 (Cámara et al., 2013).

El desarrollo de la SAM también se ha realizado a nivel regional, por ejemplo en Cataluña (Llop, 2018; Llop & Manresa, 1999), Andalucía (Cardenete, 1998; Cardenete, Fuentes, et al., 2014; Curbelo, 1986), Extremadura (de Miguel & Manresa, 2004; de Miguel & Perez-Mayo, 2010), Asturias (Argüelles & Benavides, 2003) y Aragón (Mainar & Flores, 2013), entre otras.

Además, las SAMs se han utilizado para analizar variables relacionadas con el medio ambiente, integrando las cuentas económicas con datos ambientales (Alarcón et al., 2000). Para España también existen diversas aplicaciones de este tipo. Por ejemplo, se integraron las emisiones CO₂ (Cansino et al., 2012; Duarte et al., 2010, 2017) y datos

sobre recursos hídricos y contaminación atmosférica (Rodríguez et al., 2007; Sánchez-Chóliz et al., 2007). A nivel regional, algunos ejemplos incluyen la utilización de la SAM con emisiones de CO₂ para Cataluña (Manresa & Sancho, 2004; Pié, 2017) y para Andalucía (Cardenete et al., 2008; Cardenete, Fuentes, et al., 2012). En el caso de Aragón, se agregaron cuentas medioambientales relacionadas con el agua, la contaminación hídrica y las emisiones (Flores, 2008; Flores & Mainar, 2010) y para Extremadura también se realizó el análisis considerando datos sobre emisiones atmosféricas y cuentas del agua (Solís et al., 2016).

Para enfocarse en el estudio de la bioeconomía, es necesario trabajar con una SAM que contenga separadas las cuentas relacionadas con los productos de base biológica de aquellas que no lo son. No obstante, uno de los principales problemas encontrados al querer analizar la misma es la falta de una desagregación correcta de los sectores de base biológica (*bio-based*) en las cuentas nacionales publicadas.

Estudios previos han analizado la bioeconomía mediante la utilización de las AgroSAM (Mueller et al., 2009) que son matrices que contienen cuentas muy desagregadas de la agricultura y la industria alimentaria. La utilización de las mismas se aplicó para España, tanto para el año 2000 (Cardenete, Boulanger, et al., 2012, 2014), como su actualización a 2007 (Philippidis et al., 2014).

Posteriormente, debido a las limitaciones de las AgroSAM en la desagregación de las cuentas de base biológica no pertenecientes a la agricultura, el JRC de la Comisión Europea, publicó en 2018 las *Bioeconomy Social Accounting Matrices: BioSAM* del año 2010, para la Unión Europea y los estados miembros. Estas matrices cuentan con una mejor desagregación de las cuentas que forman parte de la bioeconomía (Mainar, Philippidis, et al., 2018) y han sido utilizadas para el análisis de la Unión Europea y países miembros (Fuentes et al., 2017; Mainar, 2019; Mainar et al., 2020; Philippidis & Sanjuán, 2018).

Continuando con los estudios aplicados a la bioeconomía, las SAMs también se han utilizado para el análisis de emisiones de gases de efecto invernadero en Brasil (Machado et al., 2019) o para analizar productos de la misma, como por ejemplo los biocombustibles para Turquía (Çağatay et al., 2017) y México (Becerril & Albornoz, 2010).

El objetivo de este capítulo es construir la base de datos a utilizar en esta tesis a partir de la base de datos BioSAM original de España 2010 publicada en 2018 (Mainar, Philippidis, et al., 2018). Para posteriores análisis de la bioeconomía en España, se considera necesario contar con la matriz a precios básicos, así como también con una matriz de estructura simétrica con el detalle de las cuentas producto por producto. Es por esto, que en este capítulo se especifican los pasos seguidos aplicados para la transformación y conversión de la matriz original hasta la obtención de la matriz simétrica de la bioeconomía española.

El resto del capítulo se organiza de la siguiente forma. En el siguiente apartado, se detalla la estructura básica que tiene una SAM y su interpretación. En la sección 2.3, se presenta como se ha obtenido la matriz Bioeconómica para España 2010 a precios básicos y su conversión en una matriz simétrica. Seguidamente, se explica en detalle la matriz obtenida con la que se trabajará en los capítulos posteriores. Además, con la información resumida se ha calculado el PIB. Este capítulo termina con un apartado de conclusiones.

2.2. Matrices de Contabilidad Social y la Bioeconomía

2.2.1. Estructura de una SAM

Se puede definir una SAM como una base de datos que representa todas las transacciones que se realizan entre los agentes de una economía, determinando cómo se obtienen los ingresos y cómo se genera el gasto de los mismos. Permite conocer las interdependencias entre las cuentas relacionando los insumos y el valor agregado utilizados para la producción, la distribución de la renta a los factores productivos y las instituciones, y el gasto de los agentes económicos.

La SAM amplía la información brindada por la tabla input-output incluyendo una estructura de ingresos y gastos más desglosados que permite cerrar el flujo circular de la renta, integrando los vínculos existentes entre los factores productivos y la generación de ingresos por parte de las instituciones, las transferencias interinstitucionales o con el resto del mundo y los ahorros (Fuentes et al., 2015).

Para elaborar una SAM se requiere el uso de diversas fuentes estadísticas. Por un lado, la información relativa a los sectores productivos y la demanda, que se obtiene

de las tablas input-output publicadas usualmente por fuentes oficiales a nivel regional, nacional o internacional.³ Por otro lado, la contabilidad nacional y datos sobre ingresos y gastos de los hogares que pueden ser obtenidos de fuentes estadísticas como por ejemplo las encuestas de ingresos y presupuestos. La necesidad de mayor información dependerá siempre del nivel de desagregación que se precise para cada cuenta según el tipo de análisis a realizar. Durante la construcción de la SAM suelen surgir dificultades relacionadas con la carencia de fuentes de datos, para las cuales el investigador cuenta con diferentes procedimientos para solucionarlas de la mejor manera posible.

Una vez construida la matriz, el contenido de la misma permite apreciar la estructura de la economía en un momento determinado. La tabla 2.1 representa la estructura abreviada de una SAM básica, de acuerdo a ramas homogéneas (productos o industrias), donde cada uno produce un solo producto. Sin embargo, la estructura de la matriz, el número de cuentas elegidas y la desagregación de las mismas puede variar dependiendo del tipo de análisis que se desea realizar (Cardenete, Boulanger, et al., 2014; Mainar, Ferrari, et al., 2018). Por ejemplo, se pueden desglosar los hogares utilizando características socioeconómicas, incorporar diferentes factores productivos o diferenciar varias cuentas del sector exterior. El área geográfica que representa una SAM también influye en su estructura, ya que se puede representar por ejemplo una economía nacional, regional o multiregional.

Tabla 2.1. Estructura SAM básica

	Producción	Factores	Sector Privado	Sector Público	Ahorro e Inversión	RdM	Total
Producción	Consumo Intermedio		Consumo sector privado (C)	Gasto sector público (G)	Inversión y variación de existencias (I)	Exportaciones (X)	Demanda
Factores	Remuneración factores (trabajo W y capital T)					Ingreso Factores RdM	Ingreso Factores
Sector Privado (Hogares y Empresas)		Ingreso factores al sector privado	Transferencias entre el sector privado	Transferencias al sector privado		Transferencias al sector privado	Ingreso Privado
Sector Público (Gobierno)	Impuestos (T)	Ingreso factores al sector público	Impuestos sector privado			Transferencias al gobierno	Ingreso público
Ahorro e Inversión			Ahorros sector privado	Ahorros sector público		Transferencias del RdM	Ahorro
Resto del Mundo (RdM)	Importaciones (M)	Ingreso factores al RdM	Transferencias sector privado al RdM	Transferencias sector público al RdM			Pagos al RdM
Total	Oferta	Gasto Factores	Gasto privado	Gasto público	Inversión	Ingresos del RdM	

Fuente: elaboración propia (basada en Mainar, Philippidis, et al (2018)).

³ Por ejemplo institutos nacionales y regionales de estadística, Eurostat, WIOD (Word Input-Output Tables), entre otros.

Capítulo 2

La estructura de la matriz es cuadrada, donde el valor en cada celda representa simultáneamente un flujo de gasto y de ingreso. Su interpretación establece que el sistema productivo utiliza insumos para producir y luego genera rentas del mismo por la venta intermedia o final de la producción. Para realizar la producción, además del consumo intermedio es necesario remunerar a los factores productivos, los cuales representan ingresos para los sectores institucionales (por ejemplo, salario en los hogares). Estos ingresos serán gastados en los sectores productivos como consumo, transferidos a otras instituciones y ahorrados. El consumo de los mismos produce como consecuencia que se necesite aumentar la producción y que continúe nuevamente el ciclo (Cardenete et al., 2010).

Si se analizan las filas de una SAM se podrá observar el origen de los ingresos de las diferentes cuentas y en las columnas los gastos o pagos realizados, ambos en valores monetarios. Considerando que todo gasto debe tener como contrapartida un ingreso, la suma de las filas es igual a la suma de las columnas. Si se considera una celda (i, j) de la SAM, la misma estaría representado una transacción entre el agente i y el j , en la cual el agente i recibe un ingreso procedente del agente j por la venta de sus productos, utilizados por j como consumo intermedio o demanda final.

La estructura básica de la SAM (tabla 2.1), permite identificar de manera sencilla el origen y el destino de las transacciones entre los agentes. De la misma, se obtiene el PIB con un enfoque de gastos e ingresos. El consumo privado de productos por hogares y empresas se representa en C , el gasto público es G , la inversión bruta de capital es I (inversiones y variación de existencias), X son las exportaciones y M las importaciones. Luego W es el pago de los ingresos del trabajo (compensación del empleado), Π es el excedente bruto de explotación o los ingresos por beneficios y T son los impuestos netos indirectos.

- $PIB = C + G + I + X - M$ (enfoque de gastos)
- $PIB = W + \Pi + T$ (enfoque de ingresos)

La importancia que tiene la SAM como base de datos radica en su doble interés. Por un lado, muestra un detalle descriptivo de la economía en cuestión permitiendo apreciar su estructura en un momento determinado. Por otro lado, es una base de datos adecuada para modelizaciones económicas que consideren el análisis de los problemas

socioeconómicos y permitan evaluar el impacto de diferentes políticas o toma de decisiones. En este último caso, se utiliza como base numérica para los modelos de equilibrio general aplicado, los modelos lineales de carácter multisectorial y para el análisis de distribución de la renta.

2.2.2. Estructura de una BioSAM

Para analizar la bioeconomía mediante matrices SAM, se necesita información sobre los sectores que la componen. Normalmente las cuentas oficiales publicadas no cuentan con esta desagregación, sin embargo, las BioSAM del año 2010, publicadas en el año 2018 para los estados miembros de la Unión Europea, cuentan con un detalle desagregado de las cuentas que forman parte de la bioeconomía (Mainar, Philippidis, et al., 2018).

Mainar, Philippidis, et al. (2018) publicaron un informe “*BioSAMs for the EU Member States*” y posteriormente un artículo (Mainar et al., 2020), donde se explica la construcción de las BioSAM. En primer lugar, se debe obtener la SAM estándar para cada país y luego realizar la desagregación de las cuentas relacionadas con la bioeconomía.

Las matrices mencionadas tienen una estructura basada en las tablas input-output de origen y destino que distingue entre las actividades y los productos, incluyendo además los datos que incorpora una SAM para poder representar el flujo circular de la renta. Esta estructura incluye en una tabla la información brindada por la tabla de origen (*supply table*) sobre la oferta de la economía y la tabla de destino (*use table*) sobre la demanda. Lo que implica un detalle de la producción y las importaciones, así como también del valor añadido y de la demanda intermedia y final.

Para realizar la separación de las cuentas pertenecientes a la agricultura y la alimentación, se aplica la transformación realizada para la construcción de las AgroSAM actualizada para el año 2010 (Mueller et al., 2009), utilizada en investigaciones previas.⁴

La principal novedad de estas nuevas bases de datos es la obtención desagregada de otras cuentas de base biológica. Son aquellas que utilizan recursos biológicos solo para una parte de su producción permitiendo distinguir entre los productos asociados a la bioeconomía de los que no se relacionan con la misma. Es el caso de las cuentas

⁴ Ver por ejemplo Cardenete, Boulanger, et al. (2014) y Philippidis et al. (2014).

Capítulo 2

incluidas dentro de la bioindustria y la bioenergía. Para obtener su detalle se utiliza la base de datos MAGNET mencionada en el capítulo 1 (Woltjer & Kuiper, 2014), que brinda los coeficientes técnicos para estas industrias que permite distinguirlas de sus cuentas originales. Además, se utiliza el portal de datos específico para la bioeconomía desarrollado por el JRC que contienen información sobre el empleo y los ingresos de la misma (Joint Research Centre [JRC], 2017).

El resultado final es la obtención de 28 BioSAM para 2010, una para cada estado miembro de la Unión Europea. Siendo hasta la fecha las bases de datos multisectorial más completa que contienen el detalle de los sectores de la bioeconomía y sus relaciones con el resto de la economía (Mainar et al., 2020). Cuenta con 80 cuentas asignadas a las actividades/productos, que forman parte de cinco grupos pertenecientes a la bioeconomía: agricultura, industria alimentaria, biomasa, bioindustria y bioenergía y uno que contienen las cuentas fuera de la misma denominado no bioeconomía. Contiene una cuenta que incluye los márgenes de comercio y transporte, dos factores de producción (trabajo y capital) y tres cuentas de impuestos (impuestos y subsidios a la producción y al consumo e impuestos directos). Representando la demanda final, existen cinco cuentas, una para cada una de las siguientes: hogares, empresas, gobierno, ahorro e inversión y resto del mundo. La tabla 2.2, muestra la BioSAM de forma resumida.

Tabla 2.2. Estructura BioSAM simplificada

		Actividades		Productos										
		Bioeconomía	No Bio	Márgenes	Bioeconomía	No Bio	Factores productivos	Hogares	Empresas	Gobierno	Ahorro-Inversión	Resto del mundo	TOTAL	
A	Bioeconomía			Consumo intermedio									Producción bruta	
	No Bio													
P	Márgenes	Producción doméstica											Demanda	
	Bioeconomía													
	No Bio						Hogares consumo			Gobierno gasto	Inversión y variación existencias	Exportaciones		
	Factores productivos	Remuneración factores										Ingresos de RdM	Ingreso factores	
	Hogares						Factores ingreso a Hogares	Transferencias internas	Ingreso a Hogares	Transferencias a Hogares		Transferencias a Hogares	Hogares ingreso	
	Empresas						Factores ingreso a Empresas			Transferencias a Empresas		Transferencias a Empresas	Empresas ingreso	
	Gobierno	Impuestos netos sobre la producción	Impuestos netos sobre productos					Factores ingreso a Gobierno	Impuestos directos	Impuestos directos			Transferencias al Gobierno	Gobierno ingreso
	Ahorro-Inversión						(Depreciación)	Hogares Ahorros	Empresas Ahorros	Gobierno Ahorros	(Transferencias cuentas capital)	Transferencias de capital	Ahorros	
	Resto del mundo: RdM			Importaciones			Factores ingreso a RdM	Transferencias a RdM	Ingreso a RdM	Transferencias a RdM			Pagos a RdM	
	TOTAL	Costo de actividades de producción		Oferta			Gasto en Factores productivos	Hogares gasto	Empresas gasto	Gobierno gasto	Inversión	Ingresos de RdM		

Fuente: elaboración propia basada en (Mainar, Ferrari, et al., 2018; Mainar, Philippidis, et al., 2018).

Para facilitar la interpretación de los resultados y poder aplicar el análisis del modelo multisectorial de manera sencilla, en este capítulo se ha elaborado una nueva versión de la BioSAM, transformando el formato original de la tabla de origen y destino (*supply-use table: SUT*), en una tabla input-output simétrica (*symmetric input-output table: SIOT*).

Como se comentó previamente, se utiliza la base de datos BioSAM original para España publicada para 2010 (Mainar, Philippidis, et al., 2018), y se realiza su transformación a precios básicos y su posterior conversión en una matriz simétrica producto por producto, considerando el “*Manual of Supply, Use and Input-Output Tables*” (Eurostat, 2008).

Para esta nueva base de datos, además de estar valorada a precios básicos y ser simétrica, se obtendrá tanto la versión con todas las cuentas originales, como también una versión resumida de la misma agregando ciertas cuentas que se explicará más adelante.

2.3. Construcción de la matriz social de contabilidad simétrica para la Bioeconomía de España

Para construir la matriz simétrica producto por producto se debe obtener primero la matriz de origen y destino (conocida también como *supply-use*) a precios básicos, y luego aplicar la conversión de la misma a una matriz simétrica. En este apartado se explicarán los diferentes pasos que se han realizado.

2.3.1. Conversión en una matriz de origen y destino a precios básicos

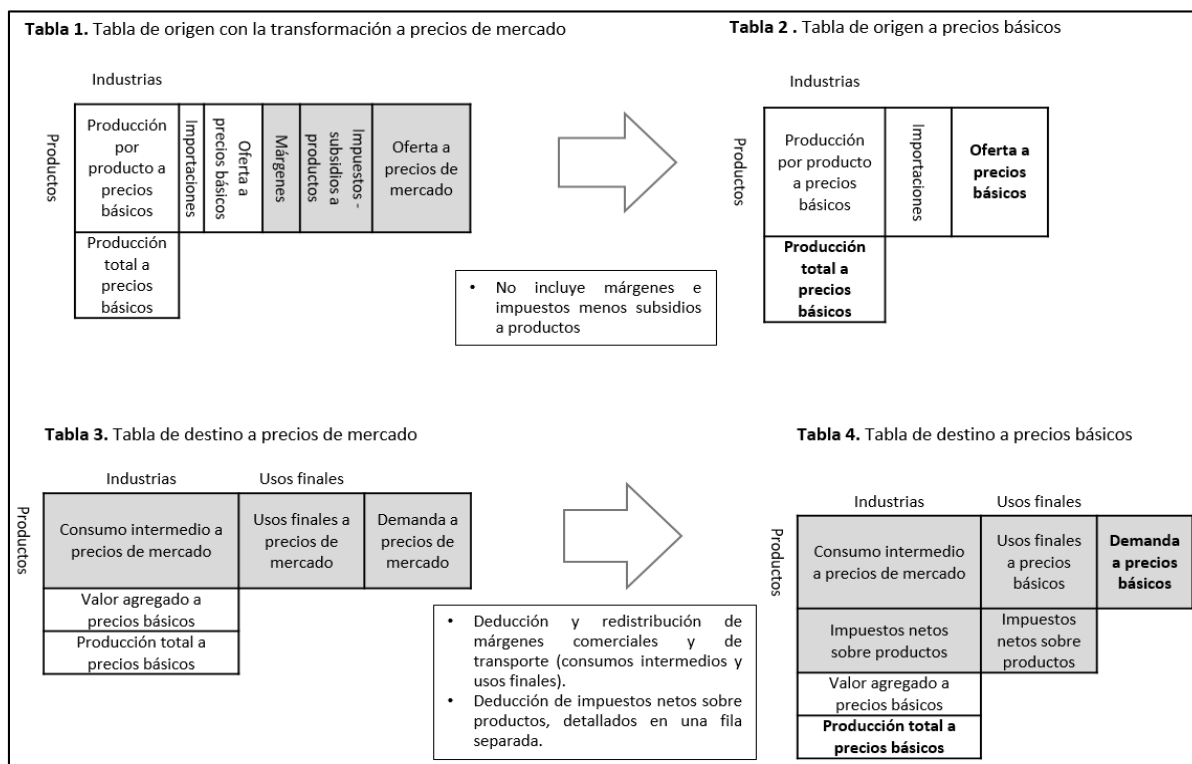
La valoración a precios básicos representa el valor pagado por el comprador por unidad, sin considerar impuestos o subvenciones, así como tampoco el costo del transporte ni márgenes de distribución. Esto significa, que el valor de los márgenes de comercio y transporte no se asigna a cada producto, sino que se muestra en cada una de las cuentas de servicios correspondientes al comercio y transporte, y que además los impuestos indirectos netos sobre los productos son descontados de los mismos y detallados en una fila separada.

Para fines analíticos, es preferible la utilización de una matriz valorada a precios básicos, porque brinda una valuación más homogénea que permitirá una mejor interpretación de los coeficientes técnicos y una correcta asignación de las cuentas de comercio y transporte (Eurostat, 2008; Rueda-Cantucho, 2011).

Los pasos para realizar la transformación de la matriz a precios básicos dependerán de cada parte de la misma que se debe convertir y de los datos disponibles. Teniendo en cuenta que la matriz original BioSAM tiene una estructura de origen y destino (*supply-use*) que distingue entre las industrias y los productos, se deberá trabajar por un lado con los datos que brinda la parte correspondiente a la tabla de origen (*supply table*) y por otro lado los datos de la tabla de destino (*use table*).

La figura 2.1 muestra tanto la tabla de origen como la de destino a precios de mercado y su transformación a precios básicos. La transformación de la tabla de origen es sencilla, sin embargo, la obtención de la tabla de destino a precios básicos requiere de más trabajo. Por este motivo, se explicará a continuación la transformación para cada tabla de forma separada.

Figura 2.1. Transformación de la tabla de origen y de destino a precios básicos



Fuente: elaboración propia utilizando el manual de Eurostat (2008).

2.3.1.1. Obtención de la tabla de origen a precios básicos

La tabla de origen (figura 2.1 tabla 1), representa una matriz intermedia que contiene los productos producidos por las industrias y las importaciones. Al agregar el detalle de los márgenes (comercio y transporte) y los impuestos netos a los productos, se obtiene la oferta total de productos de la economía (*total supply*) a precios de adquisición (Rueda-Cantucho, 2011). La obtención de la misma a precios básicos es sencilla, ya que si no se consideran los márgenes y los impuestos netos que se agregan a la oferta, la matriz queda valorada a precios básicos (figura 2.1 table 2).

Al integrar la estructura origen-destino, esta matriz se representa transpuesta y se denomina *make matrix*. Es simplemente una modificación de estructura, por lo cual pasa a tener las industrias como filas y los productos como columnas, y las importaciones, márgenes e impuestos menos subsidios se representan como vectores filas.

En el caso de la BioSAM original, la *make matrix* tiene el detalle para cada producto del valor de márgenes de comercio y transporte y los impuestos netos. Por lo tanto, sin considerar dichos valores se obtiene la matriz valuada a precios básicos.

2.3.1.2. Obtención de la tabla de destino a precios básicos

La tabla de destino se encuentra valuada a precios de adquisición (figura 2.1 tabla 3). Esta matriz representa el uso de la producción doméstica y las importaciones, separado por consumo intermedio y usos finales. Además, se le agregan las cuentas de valor agregado que incluyen por ejemplo los costos de empleo y capital, así como también los impuestos netos de producción (Rueda-Cantucho, 2011).

Para obtener la tabla de destino a precios básicos (figura 2.1 tabla 4), se deben redistribuir los valores de los márgenes y descontar los impuestos netos a los productos. Estos últimos pasan a quedar detallados en una fila separada en la parte inferior de la matriz. La redistribución implica descontar para cada producto el valor de los márgenes agregados y los impuestos, de forma que quede valorado a precios básicos, y reasignar el valor de los márgenes a las cuentas correspondientes de servicios. Para esto, lo ideal es contar con una matriz de valoración que contenga los detalles de los importes de márgenes e impuestos asignados a cada producto, y descontarla de la matriz a precios de adquisición. Ya que no se cuenta con los datos oficiales de dicha matriz, se deben obtener los valores de los mismos de forma estimada.

Para estimarlos, se utilizan por un lado los datos de la BioSAM original. La parte correspondiente a la *make matrix* (que fue explicada en el punto anterior) contiene el detalle de los márgenes e impuestos netos asignados a cada producto. Trasladando estos datos a la tabla de destino (*use table*) implica que se obtienen los valores totales a descontar (o sumar) de márgenes e impuestos netos para cada producto (filas de la matriz). Si se observa el detalle de las columnas, los márgenes se redistribuyen restando el valor de cada producto y sumándolo en las cuentas de comercio y transporte correspondientes, lo que implica que los valores por columna totales no varían. Sin embargo, al descontar también los impuestos y detallarlos en una fila separada, el resultado es que los totales por columna si varían según el importe del impuesto a descontar por cada industria.

Como la BioSAM original no cuenta con el detalle del importe total de impuestos a descontar por cada industria (columna), será necesario utilizar algunos datos de las tablas de origen y destino a precios básicos y de adquisición de España para 2010, publicadas por el INE (Instituto Nacional de Estadística [INE], 2014a).

Al comparar la matriz BioSAM con las tablas publicadas por el INE, se observa que la desagregación de sectores y productos de la BioSAM es mayor, ya que se enfoca en desagregar los productos pertenecientes a la bioeconomía. Para asignar el importe total de impuestos a descontar por cada industria, se procederá primero a identificar los productos agregados según el INE con la correspondiente desagregación de la tabla BioSAM y luego se asignará el valor necesario de forma proporcional.

En último lugar, después de aplicar los pasos mencionados, se obtienen los valores objetivos que deben sumar tanto las filas como las columnas de la matriz valorada a precios básicos, dado por quitar los impuestos asignados a cada celda y la redistribución de los márgenes. Sin embargo, no se conoce cómo se distribuye internamente dicho valor para cada celda de la matriz.

Por esta razón, para su balance se utiliza el método RAS, que se explica en el Anexo II en la parte 1. Este método permite ajustar la matriz logrando la igualdad entre las sumas de las filas y las columnas según los valores objetivos que se hayan indicado y conservando lo más posible los valores iniciales de la estructura de la matriz.

Una vez obtenida la matriz en formato origen y destino a precios básicos, se procede a realizar la conversión de la misma a la matriz simétrica que se explicará en el apartado siguiente.

2.3.2. Conversión en una tabla simétrica producto por producto

Se considera que una matriz simétrica tiene el beneficio de ser fácil de manejar, y por esta razón son preferibles a la hora de realizar análisis macroeconómicos. La tabla simétrica deriva de las tablas de origen y destino, por lo tanto se recomienda su construcción una vez obtenidos los datos a precios básicos de las mismas (Eurostat, 2008; Mainar, Ferrari, et al., 2018; World Bank, 2009).

Según el *Manual of Supply, Use and Input-Output Tables* de Eurostat (Eurostat, 2008) existen varios procedimientos para realizar la conversión a una matriz simétrica, dependiendo principalmente de la tecnología de producción que se elija y su significado.

Según la misma, existen dos supuestos básicos: **la tecnología del producto y la de la industria**. El primero, implica que todos los productos de un grupo tienen la misma estructura de insumos, cualquiera que sea la industria que lo produce. La tecnología de la industria considera que todos los productos de una industria se producen utilizando la misma estructura de insumos, común para toda su producción (INE, 2014b). En este caso, se ha escogido obtener la matriz simétrica aplicando el modelo B detallado en el capítulo 11 del manual mencionado, que permite realizar la conversión a una tabla simétrica producto por producto con la suposición de la tecnología de la industria.⁵ Esta última fue escogida ante la falta de datos que permitan una correcta combinación de ambas metodologías.⁶

Por un lado, una matriz producto por producto describe para cada producto, las cantidades de productos que se utilizan para producirlo, sin importar el sector que los genera (ten Raa & Rueda-Cantuche, 2013). Además, las tablas de input-output producto por producto son teóricamente más homogéneas en su descripción de las transacciones que las tablas industria por industria y en la práctica, son más adecuadas para varios tipos de análisis, razón por la cual la ESA 1995 favorece su uso (Álvarez-Martínez & López-Cobo, 2018; Eurostat, 2008). Por otro lado, son las más utilizadas en el análisis input-output ya que cuentan con un detalle claro sobre la estructura de insumos de consumo intermedio para cada producto y los factores productivos asociados (Rueda-Cantuche, 2011).

El modelo escogido para la conversión asume la tecnología de la industria, que quiere decir que todos los productos elaborados por una industria específica son producidos con la misma tecnología, utilizando la misma estructura de insumos, sin depender de los productos que realiza. Supone que cada rama de actividad tiene un determinado proceso productivo, caracterizado por sus insumos y una determinada estructura de costes, que es común para todos sus productos de salida.

⁵ Eurostat manual of supply, use and input-output tables. Extraído de: <http://ec.europa.eu/eurostat>.

⁶ Según el Instituto Nacional de Estadística Español, en las notas metodológicas para la construcción de tablas Input-Output, es mejor utilizar una combinación de hipótesis de “*product technology*” y “*industry technology*”, denominado modelo “*hybrid*”. Con este método es necesario tener en cuenta qué tipo de producción secundaria es, y decidir para cada una si se produce con tecnología de la industria o con tecnología de producto. A pesar de las posibilidades y flexibilidad que brinda el método híbrido, no resuelve todos los problemas y requiere mucha información (INE, 2014b).

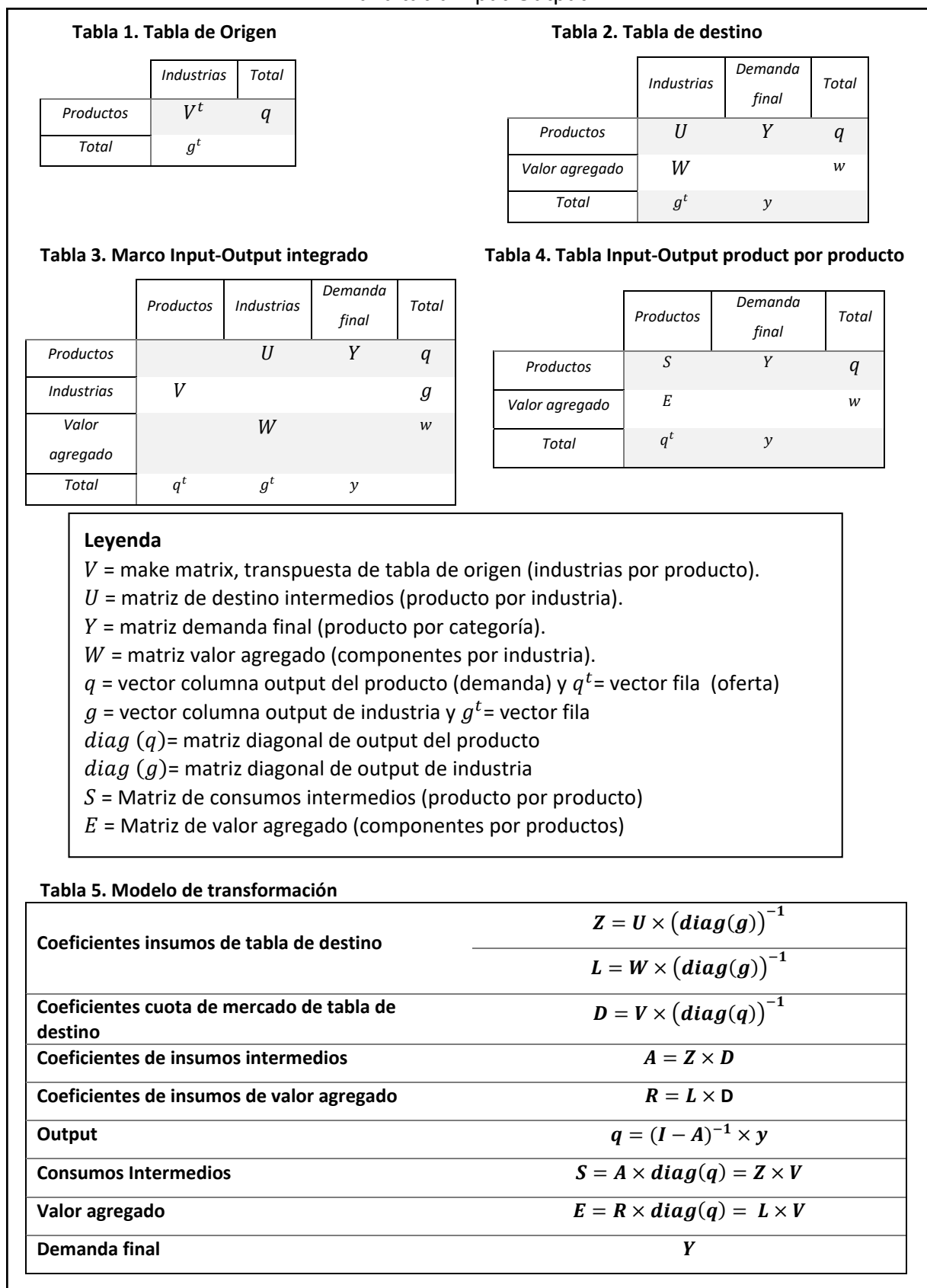
Considerar la tecnología de la industria es adecuado cuando una industria produce varios productos (Eurostat, 2008). Para eliminar los valores asignados a la producción secundaria de las industrias y obtener ramas homogéneas producto por producto, es necesario combinar por un lado la información sobre la estructura de insumos asignada a cada industria en la tabla de destino a precios básicos, con la tabla de origen, con el fin de que la producción secundaria sea reasignada al producto principal de la industria que realmente lo produce (Rueda-Cantuche, 2011). Esto significa que asumir la tecnología de la industria, implica que cada industria tiene su propia estructura de insumos, y que por consiguiente, a cada una se le puede asignar una columna de coeficientes de insumos, que determinará la proporción con la que se utilizan los mismos independientemente de si cambia el combinado de productos de salida. Si un producto es producido por dos industrias, por ejemplo, como principal para una y como producto secundario por otra, tendrá dos estructuras de insumos. Por lo tanto, al obtener la matriz simétrica producto por producto con esta tecnología, cada columna de la misma tendrá una combinación de estructuras de insumos. Esto implica que, al calcular los coeficientes de la matriz, para que los mismos permanezcan fijos como indica el modelo de análisis, es necesario que las proporciones que se utilizaron para establecer la estructura de insumos también permanezcan fijas. Esto significa que el modelo B asume cuotas fijas de mercado de las dos industrias que producen el producto.

La figura 2.2 representa el formato básico para la transformación de la tabla de origen y destino en una tabla input-output.⁷ Esto incluye la tabla 1 con un ejemplo básico de la tabla de origen, la tabla 2 representa la tabla de destino, la tabla 3 simboliza el formato integrado origen-destino (supply-use) y la tabla 4 es la matriz Input-Output simétrica producto por producto, que se obtiene mediante el modelo de transformación explicado en la tabla 5.⁸

⁷ Las matrices se representan con letras mayúsculas y los vectores de letras minúsculas. La matriz inversa se representa con ⁻¹ y la matriz traspuesta con ^t.

⁸ $\text{diag}(q)$ [$\text{diag}(g)$]: se refiere a una matriz cuadrada de $n \times n$, donde n son las filas de la matriz columna q (g), los elementos de la matriz columna q (g) forman la diagonal y el resto son ceros.

Figura 2.2. Explicación básica de la transformación de una tabla de origen y destino en una tabla Input-Output



Fuente: elaboración propia basada en la transformación de una tabla de origen y destino en una tabla simétrica input output (Eurostat, 2008).

Si se analiza más en detalle cada matriz, en la tabla 3 la matriz V es la *make matrix* a precios básicos proveniente de la tabla de origen, y contiene los productos producidos por cada industria. Cada elemento v_{ij} representa la cantidad de producto i suministrado por determinado sector j , y q es el vector columna de la producción del producto. Se obtiene la matriz $D = V \times (\text{diag}(q))^{-1}$, que representa la contribución de cada industria a la producción de cada producto.

Por otro lado, U es la matriz de destino (producto por industria) a precios básicos, con cada elemento u_{ij} representando la cantidad de producto i consumido como insumo por la industria j para su producción, en consecuencia, el agente i recibe un ingreso procedente del agente j por la venta de sus productos, y g el vector columna de la producción de la industria. Se obtiene la matriz $Z = U \times (\text{diag}(g))^{-1}$, que representa los insumos de productos necesarios para obtener una unidad de salida de producción de la industria.

Además, W es la matriz de valor agregado (componentes por industria), se obtiene $L = W \times (\text{diag}(g))^{-1}$, que también representa los insumos de valor agregado necesarios para obtener una unidad de salida de producción de la industria.

Para obtener una matriz que sea producto por producto, se necesita conocer para cada producto los insumos de productos utilizados en su producción. El cálculo se basa en multiplicar los coeficientes de la matriz de destino calculados en la matriz Z , por una matriz de transformación que contenga el detalle de los productos producidos por cada industria. Es así que se obtiene la matriz de coeficientes intermedios producto por producto $A = ZD$, y la matriz de coeficientes de valor agregado para cada producto será entonces $R = LD$. En una matriz producto por producto, la parte de la demanda final de la tabla de destino (Y) no cambia.

Considerando la producción de cada producto, se obtiene la matriz simétrica de productos intermedios producto por producto que será $S = A\hat{q}$ y la matriz de valor agregado $E = R\hat{q}$. Finalmente, se agregan las demás cuentas representadas en la BioSAM ya que no necesitan de una conversión, obteniendo la matriz SAM para la Bioeconomía a precios básicos con su estructura simétrica producto por producto para España en el año 2010. La estructura básica de esta matriz se refleja dentro de la figura 2.2 en la tabla 4.

Capítulo 2

La matriz obtenida se detalla para el total de 80 productos, así como también considerando una agregación parcial de los mismos recomendada por Mainar et al. (2017) con 36 cuentas de productos y una matriz resumida con los 6 grupos principales. En el Anexo II de este capítulo, se incluye la matriz 1 resumida a 6 sectores.

2.3.3. Estructura de la SAM simétrica para la Bioeconomía de España 2010

La tabla 2.3 detalla las cuentas de la SAM de la Bioeconomía para España. La matriz SAM de Bioeconomía obtenida simétrica producto por producto para España 2010, contiene 80 cuentas de productos que forman parte de seis grupos: agricultura, industria alimentaria, biomasa, bioindustria, bioenergía y no bioeconomía. Dentro de los primeros 5 grupos se encuentran agregados los 53 productos que forman parte de la bioeconomía y los restantes 27 no forman parte de la misma y se clasifican en el grupo no bioeconomía.

Además, representa dos factores productivos: empleo y capital, dos instituciones privadas como empresas y hogares, una cuenta para el gobierno y las cuentas de impuestos netos de la producción y el producto e impuestos directos. Por último, incluye una cuenta de ahorro e inversión y otra para el resto del mundo.

Tabla 2.3. Cuentas de la SAM de Bioeconomía para España

Productos	Agricultura: 28
	Industria alimentaria: 14
	Biomasa: 3
	Bioindustria: 3
	Bioenergía: 5
	No Bioeconomía: 27
Factores de producción	Trabajo
	Capital
Impuestos	Impuestos netos a la producción
	Impuestos netos a los productos
	Impuestos directos
Instituciones privadas y públicas	Hogares
	Empresas
	Gobierno
Cuentas de capital	Ahorra e Inversión
Cuentas con el exterior	Resto del Mundo

Fuente: elaboración propia basado en Mainar, Philippidis, et al. (2018).

Por otro lado, la tabla 2.4 representa el formato resumido de la matriz obtenida. Las celdas que aparecen vacías en el ejemplo, es porque no se consideran flujos entre las cuentas o son valores insignificantes. A continuación, se realiza una breve descripción de cada parte de esta tabla.

Capítulo 2

Tabla 2.4. Estructura SAM Bioeconomía simétrica producto por producto para España

		Productos					Factores		Sector privado		Gobierno		Ahorro-Inversión	Resto del Mundo	
		Agricultura	Industria Alimentaria	Biomasa	Bioenergía	Bioindustria	No Bioeconomía	Trabajo	Capital	Hogares	Empresas	Impuestos	Gobierno	Ahorro-Inversión	RdM
Productos	Agricultura	<i>S</i>							<i>C</i>		<i>G</i>		<i>K</i>	<i>X</i>	Demanda
	Industria Alimentaria														
	Biomasa														
	Bioenergía														
	Bioindustria														
	No Bioeconomía														
Factores	Trabajo	<i>E</i>											<i>R</i>	Ingreso factores	
	Capital														
Sector privado	Hogares						<i>F</i>		<i>H</i>		<i>V</i>		<i>B</i>	Ingreso sector privado	
	Empresas														
Gobierno	Impuestos	<i>T</i>								<i>D</i>			<i>U</i>	Ingreso gobierno	
	Gobierno														
Ahorro-Inversión	Ahorro-Inversión								<i>A</i>		<i>O</i>			<i>P</i>	Ahorro
Resto del Mundo	RdM	<i>M</i>					<i>Q</i>		<i>W</i>		<i>J</i>				Pagos a RdM
	TOTAL	Oferta					Gasto en factores		Gasto sector privado		Gasto Gobierno		Inversión	Ingresos de RdM	

Fuente: elaboración propia basada en Mainar, Philippidis, et al. (2018).

• **Consumo intermedio** (Submatriz S): contiene las cuentas de productos y servicios tanto en sus columnas como en sus filas y representa el consumo intermedio de productos. Si se analiza por columna, se detallan los insumos que son utilizados para la producción de cada producto. En cambio, por filas muestra la distribución de la producción de cada producto entre las demás cuentas. Esta matriz tiene un total de 80 productos, cada uno se puede agrupar obteniendo una agregación parcial de 36 productos, que a su vez pueden agruparse en 6 sectores principales mencionados previamente. El detalle de los productos y la agrupación de los mismos se representan en la tabla 2.5.

Si se considera la matriz simétrica con una agregación parcial de 36 productos, analizando cada grupo, se observa que los 28 productos de la agricultura quedan agregados en 12. Dentro del sector de alimentación, la matriz original detalla 14 productos, los cuales han sido agregados dentro de 11. El grupo de productos relacionados con el suministro de biomasa y la bioindustria, contiene 3 cuentas cada uno. Dentro de la bioenergía hay 5 cuentas, y la matriz agregada permite sub agrupar las mismas en 3, al separar la bioelectricidad y agrupar los biocarburantes de primera y segunda generación. Por último, el sector no bioeconomía, contiene 27 productos y servicios los cuales son agrupados en 4 grupos: recursos naturales, energía, manufacturas y servicios.

• **Factores productivos** (Submatriz E): en este caso se detallan dos factores productivos (trabajo y capital), representando el valor agregado pagado por capital y trabajo para obtener la producción final de cada producto. Los factores de producción se transfieren a las actividades productivas y al resto del mundo, recibiendo ingresos como salarios o remuneraciones de capital, los cuales son distribuidos a los propietarios de los factores de producción, que son hogares y empresas, el gobierno y el resto del mundo (Submatriz F , R y Q respectivamente).

• **Instituciones privadas** (Submatriz F , B , H , V , C , D , A , W): Las instituciones privadas están representadas por las cuentas hogares y corporaciones. Su análisis por fila permite ver que la submatriz F representa los ingresos recibidos reflejados en las cuentas de factores (como propietarios de mano de obra y capital) provenientes de mercados nacionales o extranjeros (B). Además, puede incluir transferencias recibidas del gobierno (V), las empresas (beneficios distribuidos) y a (veces) otros hogares (H).

Analizando la columna de estas cuentas, se observa que los ingresos recibidos son utilizados para el consumo de productos (C), el pago de impuestos directos al gobierno (D), las transferencias a otras instituciones (nacionales H o extranjeras W) y ahorros o préstamos en negativo (A). En este caso que existe solo una cuenta de hogares, no existen transferencias entre los mismos. Las empresas (corporaciones) al igual que los hogares reciben pagos relacionados con la transferencia de propiedad (factores no laborales, por ejemplo capital) y los ingresos por transferencias de otras instituciones. Los ingresos recibidos son utilizados para pagar impuestos directos (D) (sobre ganancias), transferencias a otras instituciones como por ejemplo en dividendos (H and W) o convertidos en ahorros (A). Aunque las corporaciones se refieren a negocios, no consumen bienes y servicios porque representan el componente 'institucional' del sector productivo.

• **Instituciones públicas** (Submatriz T, R, D, U, G, V, O, J): dentro de instituciones públicas se encuentra la cuenta gobierno que involucra la administración pública y las cuentas de impuestos. La fila de la cuenta del gobierno cuenta con los ingresos recibidos por el mismo principalmente por el pago de impuestos por la producción y por cada producto (T), los impuestos recibidos de hogares y empresas (D), la remuneración recibida por el gobierno como propietario del capital y como excedente operativo de sus actividades de producción (consumo de bienes y servicios para el sector público) (R) y las transferencias recibidas del exterior al sector público (U) (por ejemplo por cooperación internacional). Además, analizando la columna correspondiente al gobierno, se detalla el gasto realizado por el mismo para el consumo de productos para servicios públicos (G), las transferencias a otros sectores institucionales (hogares y empresas) en forma de beneficios o subsidios (V) y transferencias corrientes a otros países (por ejemplo ayuda a organizaciones no gubernamentales) (J). La diferencia entre ingresos y gastos se muestra como ahorro (O) (negativo en el caso del déficit público). Esta matriz cuenta con tres cuentas de impuestos, que incluyen los impuestos y subsidios para la producción y el producto, y los impuestos directos.

• **Ahorro e Inversión** (Submatriz A, O, P, K): la cuenta combinada de ahorro e inversión refleja en las filas los ahorros generados por los sectores institucionales nacionales privado (A) y público (O) y el balance de las transferencias de capital positivo o negativo del exterior (P). Las columnas reflejan la formación bruta de capital fijo

(demanda de bienes y servicios necesarios para producir bienes de capital) y los cambios en los inventarios de existencias en los productos (K).

• **Resto del mundo** (Submatriz $M, Q, W, J, X, R, B, U, P$): la cuenta resto del mundo muestra las importaciones de bienes y servicio (M), los ingresos a los factores de producción del exterior (Q) y las transferencias de las instituciones nacionales privadas (W) y públicas (J) a los sectores institucionales en el exterior. Dentro de (W) hay que considerar las transferencias y pagos a agentes extranjeros por dividendos distribuidos por empresas, y las transferencias domésticas de hogares a otros hogares o instituciones del exterior. Por columna se reflejan las exportaciones de bienes y servicios (X), los pagos a factores productivos nacionales (salarios y capital) utilizados en el extranjero (R) y las transferencias registradas de otras economías recibidas por empresas domésticas como ingresos de propiedad u otras (B) y (U). El saldo refleja la cuenta corriente (superávit o déficit) con el resto del mundo (P).

Tabla 2.5. Productos con su detalle agregado

Sector agregado	Código Producto	Desagregación parcial	Descripción de productos individuales
Agricultura	1	Cereales	Arroz con cáscara, trigo, cebada, maíz, otros cereales
	2	Vegetales	Tomates, papas, otras verduras
	3	Frutas	Uvas, otras frutas y nueces
	4	Semillas oleaginosas	Semillas oleaginosas (colza, girasol y semillas de soja)
	5	Plantas oleaginosas	Plantas oleaginosas (aceitunas, otras plantas de aceite)
	6	Cultivos industriales	Cultivos industriales (remolacha azucarera, plantas de fibras)
	7	Otros cultivos	Otros cultivos, plantas vivas, cultivos forrajeros, tabaco
	8	Ganadería extensiva y productos	Extensa producción pecuaria (bovinos vivos, ovinos, caprinos, equinos, asnos, mulas y burdéganos)
	9	Ganadería intensiva y productos	Producción ganadera intensiva (porcinos vivos, aves de corral)
	10	Otros animales vivos y productos de origen animal	Otros animales vivos y productos de origen animal
	11	Leche cruda	Leche cruda
	12	Pesca	Pesca
Industria Alimentaria	13	Alimentación animal	Alimentación animal, tarta de aceite de subproducto de biodiésel
	14	Bebidas y tabaco	Bebidas y tabaco
	15	Carne Roja	Carne de bovino, ovino, caprino y equino, fresca, refrigerada o congelado
	16	Carne Blanca	Carne de cerdo y aves, fresca, refrigerada o congelada
	17	Aceite de oliva	Aceite de oliva
	18	Aceites vegetales	Aceites y grasas vegetales, brutos y refinados; tortas y demás residuos sólidos, de grasas o aceites vegetales
	19	Lácteos	Productos lácteos
	20	Arroz	Procesamiento de arroz, molido o descascarillado
	21	Azúcar	Azúcar procesada
	22	Otros productos alimenticios	Otros productos alimenticios
	23	Vino	Vino
Biomasa	24	Pellet	Pellets
	25	Cultivos energéticos	Cultivos energéticos
Bioenergía	26	Silvicultura	Actividades de silvicultura, tala y servicios relacionados
	27	Bioelectricidad	Bioelectricidad
	28	Biocarburantes de 1ª generación	Biocarburantes: bioetanol y biodiesel
	29	Biocarburantes de 2ª generación	Biocarburantes: tecnologías bioquímicas y térmicas biocarburantes
Bioindustria	30	Bioquímicos	Bioquímicos
	31	Textiles	Textiles, prendas de vestir y cuero
	32	Productos de la madera	Productos de la madera
No Bioeconomía	33	Recursos naturales	Extracción de carbón, petróleo y carbón, minerales en bruto
	34	Manufacturas	Productos de papel, editorial / productos químicos, caucho, plásticos / fertilizantes / productos minerales / metales / productos metálicos / vehículos y piezas de motor / equipos de transporte / equipos electrónicos / maquinaria y equipo / manufacturas
	35	Energía	Electricidad y gas
	36	Servicios	Agua / construcción / comercio / transporte / transporte acuático / transporte aéreo / comunicación / servicios finales / seguros / servicios comerciales / servicios recreativos y otros / administración pública, defensa, educación, salud / viviendas

Fuente: elaboración propia basada en Mainar et al. (2017).

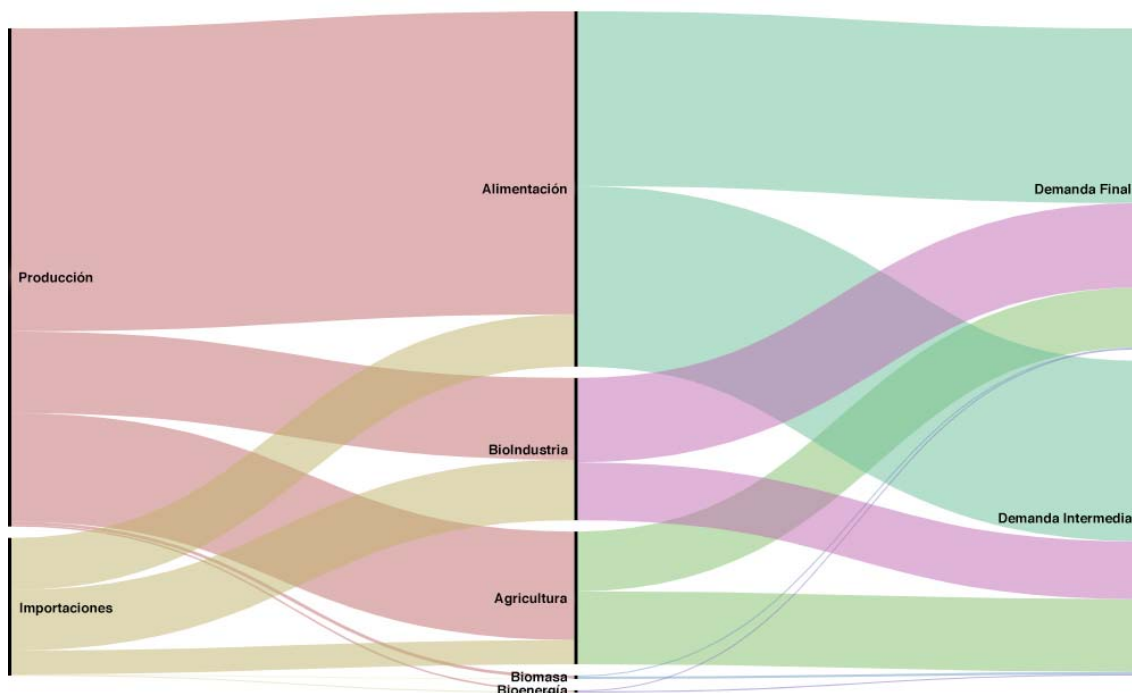
Considerando los datos obtenidos en la matriz de bioeconomía simétrica para España 2010, se realiza un análisis sencillo de la misma, con el fin de proporcionar una breve descripción sobre las principales características de la economía española y de los sectores de la bioeconomía.

Comenzando con la oferta total de productos (2.327.107 millones de euros), el 10,5% forman parte de la bioeconomía. Los productos más importantes pertenecen a la industria alimentaria (5,86%) y en menor medida a la bioindustria (2,35%) y la agricultura (2,19%). Con respecto a la biomasa y la bioenergía, su porcentaje en el total de la economía representa únicamente el 0,06% y 0,04% respectivamente. De la oferta total, la producción total de los sectores es de 2.038.315 (millones de euros) y las importaciones representan el 12,4%, siendo un 2,3% de productos de bioeconomía. La bioindustria destaca por las importaciones que realiza que representan el 43% de su propia oferta. Considerando los factores productivos, el trabajo representa el 55% y el capital el 45%. Este último proviene mayoritariamente de las empresas (57%), los hogares (37%) y en menor medida del gobierno (6%).

El análisis de la demanda demuestra que el consumo intermedio representa el 44% y la demanda final el 56%. Dentro de la demanda final, principalmente destacan los hogares con el 24% y las exportaciones con el 12%. Considerando las exportaciones, dentro de la bioeconomía predominan la industria alimentaria, la bioindustria y la agricultura, con el 7%, 4% y 5% respectivamente del total exportado.

La figura 2.3 representa en un diagrama de Sankey el flujo de la oferta total de la bioeconomía hacia la demanda, comenzando con la producción total y las importaciones de los productos de la bioeconomía y terminando con la distribución entre la demanda intermedia y la final. El diagrama muestra claramente la importancia de las importaciones en los sectores de alimentos, bioindustria y agricultura. Destaca el sector de alimentos con su oferta total destinada principalmente a la demanda intermedia, pero con grandes valores hacia la demanda final. En el caso de la bioindustria, el flujo hacia la demanda final es mayor y se destina principalmente a hogares y exportaciones.

Figura 2.3. Flujos de productos desde la oferta hacia la demanda



Fuente: elaboración propia. Programa: RAW Graphs: <https://rawgraphs.io/>.

Por último, utilizando la matriz simétrica producto por producto de la bioeconomía de España, es posible obtener el cálculo del PIB. Considerando el enfoque de gastos y el enfoque de ingresos, como se explica en el manual de Eurostat (*Manual Supply, Use and Input-Output table*) (Eurostat, 2008).

El enfoque del gasto del PIB, se centra en el consumo total de productos y servicios, incluido el gasto del gobierno en productos, exportaciones e importaciones, el consumo final de los hogares y la formación bruta de capital fijo.

Enfoque del gasto del PIB (millones de euros)

+ Consumo privado	621.836
+ Gasto público	221.715
+ Formación bruta de capital	254.549
+ Exportaciones	271.604
- Importaciones	288.792
TOTAL PIB	1.080.912

Considerando el enfoque de Ingresos del PIB, se estima el valor agregado que incluye la compensación a los empleados, impuestos y subsidios a los productos y otros impuestos netos a la producción y el excedente bruto operativo.

Enfoque de ingresos del PIB (millones de euros)	
+ Salarios	541.475
+ Excedente bruto de explotación	445.879
+ Impuestos netos indirectos	93.558
TOTAL PIB	1.080.912

En el Anexo II de este capítulo, se detalla por un lado en la tabla 1 cada cuenta de la matriz con su codificación utilizada a efectos prácticos. Además, se publica la matriz simétrica obtenida para España 2010, valorada a precios básicos y con el detalle de la bioeconomía en su versión agregada en 6 grupos de productos (matriz 1).

2.4. Conclusiones

En este capítulo se ha explicado la importancia de las SAM como matriz que permite apreciar la estructura y analizar las interrelaciones que se dan en una economía en un determinado momento. Su utilidad es clave como base de datos para modelizaciones económicas y analizar el impacto de diferentes políticas. Con los datos que incluye y en algunos casos aplicando otras bases de datos, se puede relacionar la información que contiene, por ejemplo con el consumo, el comercio exterior, el empleo y el medioambiente.

Para un correcto análisis de la bioeconomía, es imprescindible contar con la separación de aquellas cuentas que pueden contener productos de origen biológico. Es por esto, que el desarrollo de las BioSAM a nivel Europeo, ha sido una gran contribución para la bioeconomía. Sin embargo, las mismas se encuentran valoradas a precios de adquisición y se basan en una estructura de origen-destino (*supply-use*).

Considerando necesario la obtención de la matriz BioSAM con formato simétrica, se detalla la conversión de la misma para España, incluyendo dos pasos principales. Por

un lado, la obtención de las matrices de origen y destino a precios básicos, y por otro la conversión en una matriz con estructura simétrica producto por producto.

Es en la valoración a precios básicos dónde se han encontrado las principales limitaciones. Las mismas derivan de la falta de la matriz de valoración con el detalle de los márgenes de comercio y transporte y los impuestos destinados a cada uno de los productos con la desagregación de la bioeconomía que cuenta la matriz que se ha trabajado. Sin embargo, gracias a la información proporcionada por la misma BioSAM original y los datos publicados por el INE de España, este trabajo presenta una propuesta para resolver estos inconvenientes.

La matriz obtenida para España, presenta una nueva división de los sectores, que además se encuentran desagregados en 80 productos, de los cuales 53 forman parte de la bioeconomía, lo que la convierte en la primera matriz española simétrica con estas características. La información detallada en la matriz puede ser utilizada para la descripción de la estructura de la bioeconomía en España, así como también para el estudio de las relaciones entre sus cuentas y análisis posteriores de posibles impactos de políticas.

Como novedad importante, la misma brinda el detalle de las cuentas pertenecientes a la bioenergía, bioindustria y biomasa. La bioenergía incluye los biocarburantes tanto de primera como de segunda generación y la bioelectricidad. La bioindustria presenta los productos dentro de la bioquímica, la industria textil y de la madera. En el caso de biomasa, se incluye la industria forestal, los pellets y los cultivos con fines energéticos.

Sin embargo, el análisis descriptivo de la misma demuestra que estos tres grupos solo representan el 2,44% de la oferta total de la economía española, representado en su mayoría por la bioindustria con el 2,35%. Las demás cuentas pertenecientes tanto a agricultura como la industria alimentaria representan el 2,19% y 5,86% de la oferta total, lo que da como resultado que la bioeconomía forma parte del 10,5% de la oferta de bienes y servicios en España.

La oferta total de la economía española incluye un 12,41% proveniente de importaciones, con un 2,27% perteneciente a la bioeconomía. Dentro del importe total de las importaciones, la bioeconomía representa el 18,3% y destaca la bioindustria (8%) y la industria alimentaria (7%). Si se analizan las importaciones de cada grupo de

cuentas, las mismas destacan para la bioindustria porque representan el 43% de su oferta total, y para la bioenergía representando el 29% de su oferta.

Con respecto a los factores productivos, si bien en la economía española incide el trabajo, se observa que para la bioeconomía destaca el valor agregado del capital sobre el trabajo, principalmente para la agricultura, la biomasa y la bioenergía.

La matriz también permite analizar cómo se distribuye la demanda, observando que el 44% se destina al consumo intermedio de bienes y servicios. El consumo intermedio representa más del 50% para todos los sectores de la bioeconomía menos la bioindustria, en la cual predomina la demanda final.

Los hogares destacan en el consumo final con el 24% de la demanda total, continuando las exportaciones que representan el 12%, luego el ahorro e inversión y el gobierno que representan el 10% y 9% respectivamente.

Del 12% de las exportaciones, las relacionadas con la bioeconomía solamente representa el 1,86%, ya que el resto pertenece al grupo de cuentas clasificadas como no bioeconomía. Los sectores de agricultura, bioindustria y bioenergía son los que destinan más proporción de su oferta hacia las exportaciones.

Como fue mencionado, esta base de datos también permite analizar las relaciones entre las cuentas y el impacto de inyecciones exógenas en las mismas. La aplicación de este tipo de modelos de análisis se realizará a partir del capítulo siguiente.

Por último, es necesario también mencionar las limitaciones que presenta la base de datos obtenida. Se parte de la BioSAM original desagregada con las cuentas relacionadas a la bioeconomía que para su construcción los autores plantean que se han enfrentado a dificultades y estimaciones (Fuentes et al., 2017). Al realizar la conversión de la misma a una tabla simétrica a precios básicos, también se han tenido que afrontar determinadas estimaciones por falta de datos.

Además, la base de datos puede ser considerada desactualizada para la fecha, ya que representa el año 2010. Sin embargo, se trata de los datos más recientes para la bioeconomía, los cuales fueron publicados oficialmente en 2018.

Referencias

- Alarcón, J., Heemst, J., & De Jong, N. (2000). Extending the SAM with social and environmental indicators: An application to Bolivia. *Economic Systems Research*, 12(4), 473–496. <https://doi.org/10.1080/09535310020003784>
- Álvarez-Martínez, M., & López-Cobo, M. (2018). WIOD SAMs adjusted with Eurostat data for the EU-27. *Economic Systems Research*, 30(4), 521–544. <https://doi.org/10.1080/09535314.2018.1448758>
- Argüelles, M., & Benavides, C. (2003). Una matriz de contabilidad social para Asturias. *Investigaciones Regionales: Journal of Regional Research*, 2, 165–174.
- Bacharach, M. (1970). *Biproportional Matrices and Input-Output Change* (Vol. 16). Cambridge University Press.
- Becerril, J., & Albornoz, L. (2010). Respuestas y opciones de los productores de subsistencia a las señales de política pública ambiental: Un enfoque de análisis multisectorial. *Problemas Del Desarrollo*, 41(162), 85–102.
- Cabrer, B., Contreras, D., & Sancho, A. (1998). Selección de estimaciones de tablas input-output mediante métodos "non-survey". *Revista de Economía Aplicada*, VI (17), 135–155.
- Çağatay, S., Taşdoğan, C., & Özeş, R. (2017). Analysing the impact of targeted bio-ethanol blending ratio in Turkey. *Bio-Based and Applied Economics*, 6(2), 209–227. <https://doi.org/10.13128/BAE-16395>
- Cámara, Á., Flores, M., & Fuentes, P. (2013). Una Matriz de Contabilidad Social de España para el análisis del sector de las energías renovables. *Estadística Española*, 55(181), 149–176.
- Cansino, J., Cardenete, M. A., Ordóñez, M., & Román, R. (2012). Economic analysis of greenhouse gas emissions in the Spanish economy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(8), 6032–6039. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.06.033>
- Cardenete, M. A. (1998). Una matriz de contabilidad social para la economía andaluza, 1990. *Revista de Estudios Regionales*, 52, 137–154.
- Cardenete, M. A., Boulanger, P., Delgado, M. C., Ferrari, E., & M'Barek, R. (2012, June). *The agri-food and other bio-based sectors in Spain. A description based on multiplier analysis*. 1st AIEAA Conference-Towards a Sustainable Bio-Economy: Economic Issues and Policy Challenges, Trento, Italy. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.124384>
- Cardenete, M. A., Boulanger, P., Delgado, M. C., Ferrari, E., & M'Barek, R. (2014). Agri-food and bio-based analysis in the Spanish economy using a key sector approach. *Review of Urban and Regional Development Studies*, 26(2), 112–134. <https://doi.org/10.1111/rurd.12022>
- Cardenete, M. A., Fuentes, P., Mainar, A., & Rodríguez, M. C. (2014). *Matriz de Contabilidad Social de Andalucía para 2008. Análisis y explotación mediante modelos económicos multisectoriales*. Instituto de Estadística y Cartografía de

- Andalucía. https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/doctrabajo/MatrizContabilidad/MatrizContabilidad_v2.pdf
- Cardenete, M. A., Fuentes, P., & Polo, C. (2008). Análisis de intensidades energéticas y emisiones de CO₂ a partir de la matriz de contabilidad social de Andalucía del año 2000. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 8(2), 31. <https://doi.org/10.7201/earn.2008.02.02>
- Cardenete, M. A., Fuentes, P., & Polo, C. (2010). Sectores clave de la economía andaluza a partir de la matriz de contabilidad social regional para el año 2000. *Revista de Estudios Regionales*, 88, 15–44. <https://www.redalyc.org/pdf/755/75515627001>
- Cardenete, M. A., Fuentes, P., & Polo, C. (2012). Energy Intensities and Carbon Dioxide Emissions in a Social Accounting Matrix Model of the Andalusian Economy. *Journal of Industrial Ecology*, 16(3), 378–386. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2012.00457.x>
- Cardenete, M. A., & Sancho, F. (2006). Elaboracion de una matriz de contabilidad social a traves del metodo de entropia cruzada de Entropía Cruzada : España 1995 (*). *Estadística Española*, 48(161), 67–100.
- Curbelo, J. (1986). MEDEA (Modelo endógeno de desarrollo económico para Andalucía). *Revista de Estudios Andaluces*, 7, 13–36.
- de Miguel, F., & Manresa, A. (2004). Modelos SAM lineales y distribución de renta: una aplicación para la economía extremeña. *Estudios de Economía Aplicada*, 22(3), 577–604.
- de Miguel, F., & Perez-Mayo, J. (2010). Poverty reduction and sam multipliers: An evaluation of public policies in a regional framework. *European Planning Studies*, 18(3), 449–466. <https://doi.org/10.1080/09654310903497751>
- Defourny, J., & Thorbecke, E. (1984). Structural Path Analysis and Multiplier Decomposition within a Social Accounting Matrix Framework. *The Economic Journal*, 94(373), 111–136. <https://doi.org/10.2307/2232220>
- Duarte, R., Mainar, A., & Sánchez-Chóliz, J. (2010). The impact of household consumption patterns on emissions in Spain. *Energy Economics*, 32(1), 176–185. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2009.08.007>
- Duarte, R., Mainar, A., & Sánchez-Chóliz, J. (2017). Domestic GHG emissions and the responsibility of households in Spain: looking for regional differences. *Applied Economics*, 49(53), 5397–5411. <https://doi.org/10.1080/00036846.2017.1307933>
- Eurostat. (2008). *Eurostat Manual of Supply, Use and Input-Output Tables. Methodologies and working papers*. Eurostat. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-manuals-and-guidelines/-/KS-RA-07-013>
- Flores, M. (2008). *Modelos Multisectoriales con enfoque medioambiental: una aplicación a la economía aragonesa* [tesis de doctorado, Universidad de Zaragoza]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=175707>

- Flores, M., & Mainar, A. (2010). Análisis del impacto medioambiental derivado de las actividades económicas. Aplicación a una economía regional. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 10(2), 3. <https://doi.org/10.7201/earn.2010.02.01>
- Fuentes, P., Mainar, A., & Cardenete, M. A. (2015). Análisis multisectorial del papel del sector exterior en la economía española. *Investigación Económica*, 74(294), 135–153. <https://doi.org/10.1016/j.inveco.2015.11.004>
- Fuentes, P., Mainar, A., & Ferrari, E. (2017). The role of bioeconomy sectors and natural resources in EU economies: A social accounting matrix-based analysis approach. *Sustainability (Switzerland)*, 9(12). <https://doi.org/10.3390/su9122383>
- Instituto Nacional de Estadística [INE]. (2014a). *Contabilidad nacional anual de España: tablas de Origen y Destino Año 2010* [Dataset]. Cuentas Económicas. https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736177058&menu=enlaces&idp=1254735576581
- Instituto Nacional de Estadística [INE]. (2014b). *Nota metodológica sobre las tablas Input - Output de la economía española*. https://www.ine.es/daco/daco42/cne10/meto_tio_10.pdf
- Joint Research Centre [JRC]. (2017). *Jobs and Turnover in the European Union Bioeconomy* [Dataset]. European Commission- Joint Research Centre. <https://datam.jrc.ec.europa.eu/datam/mashup/BIOECONOMICS/index.html>
- Kehoe, T., Manresa, A., Polo, C., & Sancho, F. (1988). Una Matriz de Contabilidad Social de la economía española. *Estadística Española*, 3(117), 5–33. <https://ddd.uab.cat/record/159704>
- Llop, M. (2018). Measuring the influence of energy prices in the price formation mechanism. *Energy Policy*, 117, 39–48. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.02.040>
- Llop, M., & Manresa, A. (1999). Análisis de la economía de Cataluña (1994) a través de una Matriz de Contabilidad Social. *Estadística Española*, 41(144), 241–268.
- Lucena, A., & Serrano, M. (2006). *Building a Social Accounting Matrix within the ESA95 - Framework: Obtaining a Dataset for Applied General* (WP E-Eco06/168). Universitat de Barcelona. Facultat d'Economia i Empresa. <http://hdl.handle.net/2445/11756>
- Machado, P., Cunha, M., Walter, A., Faaij, A., & Guilhoto, J. (2019). The potential of a bioeconomy to reduce Brazilian GHG emissions towards 2030: a CGE-based life cycle analysis. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 14(2), 265–285. <https://doi.org/10.1002/bbb.2064>
- Mainar, A. (2019). Análisis de los sectores de Bioeconomía a través de matrices de contabilidad social específicas (BioSAMs): el caso de España. *Investigaciones Regionales*, 3(45), 273–282.
- Mainar, A., Ferrari, E., & McDonald, S. (2018). *Social Accounting Matrices: basic aspects and main steps for estimation* (JRC Technical Reports). European Commission- Joint Research Centre. <https://doi.org/10.2760/010600>

- Mainar, A., & Flores, M. (2013). Análisis de una economía regional a partir de modelos multisectoriales la matriz de contabilidad social de Aragón 2005. *Regional and Sectoral Economic Studies*, 13(1), 143–161. <https://hdl.handle.net/11441/83521>
- Mainar, A., Philippidis, G., & Caivano, A. (2018). *BioSAMs for the EU Member States: Constructing Social Accounting Matrices with a detailed disaggregation of the bio-economy* (JRC Technical Reports). European Commission- Joint Research Centre. <https://doi.org/10.2760/811691>
- Mainar, A., Philippidis, G., & Sanjuán, A. I. (2017). *Analysis of structural patterns in highly disaggregated bioeconomy sectors by EU Member States using SAM/IO multipliers* (JRC Technical Reports). European Commission-Joint Research Centre. <https://doi.org/10.2760/822918>
- Mainar, A., Philippidis, G., & Sanjuán, A. I. (2020). Constructing an open access economy-wide database for bioeconomy impact assessment in the European Union member states. *Economic Systems Research*, 1–24. <https://doi.org/10.1080/09535314.2020.1785848>
- Manresa, A., & Sancho, F. (2004). Energy intensities and CO 2 emissions in Catalonia : a SAM analysis. *International Journal of Environment, Workplace, and Employment*, 1(1), 91–106.
- Miller, R., & Blair, P. (2009). *Input-output analysis: foundations and extensions* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Mueller, M., Dominguez, I., & Gay, S. (2009). *Construction of Social Accounting Matrices for the EU-27 with a Disaggregated Agricultural Sector (AgroSAM)* (JRC Technical Reports Vol. 53558). European Commission- Joint Research Centre. <https://doi.org/10.2791/29021>
- Philippidis, G., & Sanjuán, A. I. (2018). A Re-Examination of the Structural Diversity of Biobased Activities and Regions across the EU. *Sustainability (Switzerland)*, 10(11), 4325. <https://doi.org/10.3390/su10114325>
- Philippidis, G., Sanjuán, A. I., Ferrari, E., & M'Barek, R. (2014). Employing social accounting matrix multipliers to profile the bioeconomy in the EU member states: Is there a structural pattern? *Spanish Journal of Agricultural Research*, 12(4), 913–926. <https://doi.org/10.5424/sjar/2014124-6192>
- Pié, L. (2017). The Catalan economy towards the New European energy policy: Through accounting of greenhouse emission multipliers. *Sustainability (Switzerland)*, 9(12), 1–18. <https://doi.org/10.3390/su9122230>
- Pulido, A., & Fontela, E. (1993). *Análisis Input-Output: modelos, datos y aplicaciones*. Pirámides.
- Pyatt, G., & Round, J. (1979). Accounting and Fixed Price Multipliers in a Social Accounting Matrix Framework. *The Economic Journal*, 89(356), 850–873. <https://doi.org/10.2307/2231503>
- Pyatt, G., & Round, J. (1985). *Social Accounting Matrices: A Basis for Planning*. In G. Pyatt & J. Round (Eds.). The World Bank.

- Rodríguez, C., Llanes, G., & Cardenete, M. A. (2007). Economic and environmental efficiency using a social accounting matrix. *Ecological Economics*, 60(4), 774–786. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.02.012>
- Rueda-Cantuche, J. (2011). The choice of type of input-output table revisited: Moving towards the use of supply-use tables in impact analysis. *Sort*, 35(1), 21–38. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/2099/11410>
- Sánchez-Chóliz, J., Duarte, R., & Mainar, A. (2007). Environmental impact of household activity in Spain. *Ecological Economics*, 62(2), 308–318. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.06.004>
- Solís, A., Paniagua, M., & de Miguel, F. (2016). Integrating a regional social accounting matrix with environmental accounts (Samea). An illustration for a Spanish region. *Revista Portuguesa de Estudos Regionais*, 42(1), 7–19.
- Stone, R. (1961). *Input-Output and National Accounts*. Organisation for European Economic Co-operation (OEEC).
- Stone, R. (1962). A social accounting matrix for 1960. In *A Programme for Growth*. Chapman and Hall Ltd.
- Stone, R. (1978). The disaggregation of the household sector in the national accounts. In G. Pyatt & J. Round (Eds.), *Social Accounting Matrices: A Basis for Planning* (pp. 145–185). The World Bank.
- Stone, R., & Brown, A. (1962). *A Computable Model of Economic Growth (I)*. Chapman & Hall.
- ten Raa, T., & Rueda-Cantuche, J. (2013). The Problem of Negatives Generated by the Commodity Technology Model in Input–Output Analysis: A Review of the Solutions. *Journal of Economic Structures*, 2(1). <https://doi.org/10.1186/2193-2409-2-5>
- Trinh, B., & Phong, N. V. (2013). A Short Note on RAS Method. *Advances in Management & Applied Economics*, 3(4), 133–137. http://www.scienpress.com/Upload/AMAE/Vol_3_4_12.pdf
- Uriel, E., Beneito, P., Ferri, J., & Moltó, M. (1997). *Matriz de contabilidad social de España 1990 (MCS-90)*. Coedición INE-IVIE.
- Woltjer, G., & Kuiper, M. (2014). *The MAGNET model: Module description*. LEI Wageningen UR. <https://edepot.wur.nl/310764>
- World Bank. (2009). *System of National Accounts 2008*. <https://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/docs/sna2008.pdf>

Anexo II

1. El método RAS

El método “RAS”, también conocido como técnica de balance “biproporcional” de matrices fue propuesto inicialmente por Stone (1961) y Stone y Brown (1962), dentro del *Cambridge Computable Model of Economic Growth* (Bacharach, 1970; Miller & Blair, 2009; Pulido & Fontela, 1993).

El método RAS se utiliza con el objetivo de reconciliar los datos de una matriz con determinados valores de las filas y columnas definidos previamente. Quiere decir que se aplica en caso de que se tengan valores de filas y columnas que sumen un objetivo predeterminado, y que por lo tanto se deban modificar los valores de la matriz para conseguirlo de forma que sean valores cercanos a los iniciales. Esta metodología se basa en un proceso de iteraciones hasta encontrar el equilibrio entre filas y columnas (Trinh & Phong, 2013).

El procedimiento explicado de forma sencilla considera cada celda de la matriz original y multiplica su valor por un determinado factor. Este factor considerará el valor objetivo buscado, es decir el valor que se desea que sumen todas las entradas de la fila o la columna de la matriz.

Al realizar este paso, se obtiene una matriz en la cual la suma de sus entradas es consistente con el objetivo planteado. Este procedimiento comienza considerando el objetivo definido por las filas, y luego se realiza lo mismo para las columnas. El problema surge cuando, al realizarlo para el valor objetivo de las columnas, puede suceder que la suma de las entradas de las filas vuelva a no coincidir con su valor objetivo. Por esta razón, el algoritmo se repite la cantidad de veces que sea necesario hasta llegar al punto de que las entradas sumadas de tanto las filas como las columnas, sean consistentes con los objetivos definidos previamente.

Este método permite que se conserve lo mejor posible los valores iniciales de la estructura de la matriz, manteniendo todas las relaciones entre la parte interna de una matriz y los totales correspondientes de filas y columnas.

En el libro publicado por Pulido y Fontela (1993), *“Análisis Input-Output. Modelo, datos y aplicaciones”*, el cuadro 5.3 de la página 220, explica las etapas del ajuste iterativo de la matriz de coeficientes por RAS, que serán detalladas a continuación.

Se parte de la matriz de transacciones interindustriales $Z(0)$, el vector de producción efectiva $w(0)$ y la matriz de coeficientes técnicos $A(0)$. Mediante el proceso de ajuste, se deberá calcular una nueva matriz de coeficientes $A^*(1)$, que deberá ser lo más parecida posible a $A(0)$, y tener en cuenta el valor de un nuevo vector de producción $w(1)$, y los nuevos márgenes de la matriz $Z(1)$ que son los vectores columna u y fila v .

$$u = \begin{bmatrix} u_1 \\ \dots \\ u_n \end{bmatrix} \text{ con } u_i = \sum_{j=1}^n z_{ij}$$

$$v = [v_1 \quad \dots \quad v_n] \text{ con } v_j = \sum_{i=1}^n z_{ij}$$

Etapas del RAS: ⁹

1. Se calcula el total de consumos intermedios estimados por filas u^1 a partir de la matriz inicial de coeficientes técnicos $A(0)$ y la nueva producción final $w(1)$.

$$u^1 = A(0)w(1)$$

2. Se obtiene la matriz diagonal r^1 que muestra los primeros coeficientes correctores determinados por filas. Se calcula realizando el cociente entre el total conocido de consumos intermedios $u(1)$ y los estimados en la etapa anterior u^1 .

$$r^1 = [\hat{u}(1)][\hat{u}^1]^{-1}$$

Seguidamente, se corrige la matriz de coeficientes iniciales por los coeficientes correctores de filas, y por lo tanto la misma cumplirá la restricción impuesta por las filas.

La matriz de coeficientes corregidos será:

$$A^1 = r^1 A(0)$$

Cuya restricción por filas impuesta es:

$$[A^1 \hat{w}(1)]_i [r^1 A(0) \hat{w}(1)]_i = Z^1 i = u(1)$$

3. Utilizando la matriz de coeficientes técnicos previamente corregida (A^1) y la producción final $w(1)$, se calculan los consumos intermedios por columnas (v).

$$v^1 = i'[A^1 \hat{w}(1)]$$

⁹ Se utiliza entre paréntesis la referencia al año, y como superíndice el correspondiente a las sucesivas estimaciones del proceso iterativo de cálculo.

4. Se obtiene la matriz diagonal s^1 que muestra los primeros coeficientes correctores determinados por columnas. Se calcula dividiendo los consumos intermedios conocidos de las columnas $v(1)$ por los valores estimados v^1 .

$$s^1 = [\hat{v}(1)][\hat{v}^1]^{-1}$$

Después de este paso, la matriz de coeficientes corregida $A^2 = A^1 s^1 = r^1 A(0) s^1$ deberá cumplir la restricción impuesta por las columnas:

$$i'[A^2 \hat{w}^1] = i'z^2 = v^1$$

5. Se calcula una segunda estimación de consumos intermedios por filas (y así sucesivamente, h-ésima):

$$u^2 = [A^2 \hat{w}(1)]i$$

$$u^h = [A^{2h-2} \hat{w}(1)]i$$

6. Se calcula una segunda matriz de coeficientes correctores por filas (y así sucesivamente, h-ésima):

$$r^2 = [\hat{u}(1)][\hat{u}^2]^{-1}$$

$$r^h = [\hat{u}(1)][\hat{u}^h]^{-1}$$

Obteniendo nuevas matrices corregidas:

$$A^3 = r^2 A^2 = r^2 r^1 A(0) s^1$$

$$A^{2h-1} = r^h A^{2h} = r^h r^{h-1} \dots r^1 A(0) s^1 \dots s^{h-1}$$

7. Se calcula una segunda estimación de consumos intermedios por columnas (y así sucesivamente, h-ésima):

$$v^2 = i'[A^3 \hat{w}(1)]$$

$$v^h = i'[A^{2h-1} \hat{w}(1)]$$

8. Se establece una segunda matriz de coeficientes correctores por columnas (y así sucesivamente, h-ésima):

$$s^2 = [\hat{v}(1)][\hat{v}^2]^{-1}$$

$$s^h = [\hat{v}(1)][\hat{v}^h]^{-1}$$

Obteniendo nuevas matrices corregidas:

$$A^4 = A^3 s^3 = r^2 r^1 A(0) s^1 s^2$$

$$A^{2h} = A^{2h-1} s^h = r^h r^{h-1} \dots r^1 A(0) s^1 \dots s^{h-1} s^h$$

9. Se repite el proceso descrito en las etapas anteriores, hasta llegar a un error mínimo en los ajustes por filas y columnas. ¹⁰ El cálculo quedará completado

¹⁰ n indica el número de iteraciones realizadas

cuando la matriz ajustada de coeficientes técnicos cumpla con el suficiente grado de exactitud y las restricciones impuestas por filas y columnas:

$$A^*(1) = A^{2n} = \prod_{i=1}^n r^i A(0) \prod_{i=1}^n s^i = A(0) \prod_{i=1}^n r^i s^i$$

$$u(1) = [A^*(1)\hat{w}(1)]i$$

$$v(1) = i'[A^*(1)\hat{w}(1)]$$

El procedimiento detallado de la técnica RAS supone corregir la matriz inicial A , teniendo en cuenta unos coeficientes correctores por filas ($R = \prod r^i$) y por columnas ($S = \prod s^j$). Se obtiene entonces una matriz ajustada, que simbólicamente sería RAS.

$$A^* = \prod_i r^i A \prod_j s^j = RAS$$

Siendo R y S matrices diagonales, cuyo producto refleja el coeficiente corrector que se deberá aplicar a la matriz A para su ajuste a A^* .

Además de la simpleza de la metodología para este caso, los autores Cabrer et al. (1998) han demostrado con un ejemplo de la economía Valenciana que el método RAS es que el que proporciona mejor comportamiento estadístico entre el conjunto de métodos non-survey analizados.

Para ver una descripción más detallada así como también otros ejemplos se puede ver Miller y Blair (2009) y Trinh y Phong (2013).

Tabla 1. Cuentas de la SAM Bioeconomía para España

Productos		Factores productivos	
Código	Cuentas	Código	Cuentas
1	Cereales	37	Trabajo
2	Vegetales	38	Capital
3	Frutas		
4	Semillas oleaginosas	Instituciones públicas y privadas	
5	Plantas oleaginosas	Código	Cuentas
6	Cultivos industriales	39	Hogares
7	Otros cultivos	40	Empresas
8	Ganadería extensiva y productos	41	Impuestos netos a la producción
9	Ganadería intensiva y productos	42	Impuestos netos a los productos
10	Otros animales vivos y productos de origen animal	43	Impuestos directos
11	Leche cruda	44	Gobierno
12	Pesca		
13	Alimentación animal	Ahorro e inversión	
14	Bebidas y tabaco	Código	Cuentas
15	Carne Roja	45	Ahorro e inversión
16	Carne Blanca		
17	Aceite de oliva	Sector exterior	
18	Aceites vegetales	Código	Cuentas
19	Lácteos	46	Resto del Mundo
20	Procesamiento de arroz, molido o descascarillado		
21	Azúcar		
22	Otros productos alimenticios		
23	Vino		
24	Pellet		
25	Cultivos energéticos		
26	Silvicultura		
27	Bioelectricidad		
28	Biocarburantes de 1ª generación		
29	Biocarburantes de 2ª generación		
30	Bioquímicos		
31	Textiles		
32	Productos de la madera		
33	Recursos naturales		
34	Manufacturas		
35	Energía		
36	Servicios		

Fuente: elaboración propia.

Matriz 1. SAM Bioeconomía España 2010 (simétrica y a precios básicos) agregada en 6 grupos de productos (millones euros)

España 2010- millones euros	Agricultura	Industria Alimentaria	Biomasa	Bioenergía	Bioindustria	No Bioeconomía	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	TOTAL
Agricultura	2.249	20.323	5	175	563	4.660	0	0	10.494	0	0	0	0	65	611	11.752	50.897
Industria Alimentaria	9.034	35.881	1	2	583	23.805	0	0	48.776	0	0	0	0	0	407	17.882	136.371
Biomasa	20	9	49	5	270	530	0	0	124	0	0	0	0	65	125	132	1.329
Bioenergía	11	23	0	0	11	436	0	0	111	0	0	0	0	67	8	226	894
Bioindustria	276	947	2	6	6.787	14.712	0	0	16.910	0	0	0	0	974	626	13.355	54.595
No Bioeconomía	6.665	32.783	164	294	13.896	850.416	0	0	491.177	0	0	0	0	219.817	239.550	228.259	2.083.022
37	4.416	12.995	362	30	5.946	517.726	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.187	542.662
38	24.150	13.896	616	124	3.264	403.828	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	445.879
39	0	0	0	0	0	0	542.334	164.208	0	71.303	0	0	0	174.439	0	14.708	966.992
40	0	0	0	0	0	0	0	254.901	40.997	0	0	0	0	15.748	0	26.684	338.330
41	-5.292	-147	-4	1	-66	8.068	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.559
42	140	-392	8	2	129	22.920	0	0	54.244	0	0	0	0	728	13.222	-3	90.999
43	0	0	0	0	0	0	0	0	79.871	20.288	0	0	0	0	0	433	100.592
44	0	0	0	0	0	0	0	26.770	143.096	9.691	2.559	89.456	100.592	0	0	8.310	380.474
45	0	0	0	0	0	0	0	0	69.462	183.276	0	0	0	-40.168	0	41.979	254.549
46	9.229	20.051	126	256	23.212	235.919	328	0	11.731	53.771	0	1.544	0	8.740	0	0	364.906
TOTAL	50.897	136.371	1.329	894	54.595	2.083.022	542.662	445.879	966.992	338.330	2.559	91.000	100.592	380.474	254.549	364.906	5.815.050

Fuente: elaboración propia.

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS DE MULTIPLICADORES CONTABLES CON LA SAM DE BIOECONOMÍA: UNA APLICACIÓN PARA ESPAÑA

3.1. Introducción

La bioeconomía se considera un modelo económico para mitigar parte de los problemas actuales relacionados con el medio ambiente que repercuten en el cambio climático. Esto ha llevado a la Unión Europea y también a muchos países miembros, como España, a promover estrategias enfocadas en la bioeconomía (Lainez et al., 2018).

La importancia actual de la bioeconomía se refleja en el aumento significativo de la literatura científica. Sin embargo, es un concepto que aún necesita mayor investigación en términos de analizar los impactos que genera a nivel económico, social y ambiental (D'Amato et al., 2017; Ferreira Gregorio et al., 2018). Los principales problemas a la hora de analizar las actividades relacionadas con la bioeconomía son la falta de datos disponibles, junto con la falta de desagregación de las cuentas relacionadas con los bioproductos en las base de datos oficiales nacionales (Mainar et al., 2017; Ronzon & M'Barek, 2018). Por esta razón, en el capítulo 2 se presentó la construcción de la matriz SAM de Bioeconomía simétrica para España 2010, utilizando como base la BioSAM. Además, se detalla su estructura, así como también un análisis de los datos más destacados.

La obtención de esta matriz es doblemente útil, ya que, permite describir la realidad económica de la bioeconomía en España, y también es de gran utilidad como base de datos para construir modelos SAM lineales de carácter multisectorial, con el fin de analizar el impacto de diferentes políticas económicas y sociales relacionadas con la bioeconomía.

Estudiar la bioeconomía mediante estos modelos, brinda la posibilidad de analizar las interdependencias que existen entre los sectores productivos, la demanda final y la distribución de la renta, de los sectores pertenecientes a la misma y el resto de la economía. Este tipo de análisis permite conocer la contribución de cada uno de los sectores de la bioeconomía e identificar los sectores estratégicos en términos de generación de riqueza y empleo. Mediante el mismo, es posible determinar cuáles son los sectores prioritarios a la hora de definir políticas económicas relacionadas con la bioeconomía, que garanticen la óptima distribución de la inversión de forma estratégica considerando los mismos, ya que son los que impactarán más en la actividad económica en su conjunto.

Los modelos SAM lineales son similares a los modelos Input-Output. Parten de la ecuación de equilibrio de Leontief y se basan en analizar la capacidad que tienen los diferentes agentes dentro de una economía para generar y absorber los incrementos dados por una inyección exógena de renta en alguna de las cuentas. La diferencia entre ambos modelos se debe, a que la estructura de la SAM es más completa y desagregada, lo que permite extender el modelo incluyendo más cuentas endógenas y aumentando el conjunto de interdependencias que existen en la economía. Esto permite que el análisis del impacto de una inyección exógena se pueda analizar en los sectores productivos y también sobre la renta asignada a los factores productivos y las instituciones y las relaciones de demanda final, logrando cerrar el flujo circular de la renta (Cardenete et al., 2009; Roland-Holst, 1990).

La aplicación de este tipo de modelos permite obtener la matriz de multiplicadores contables. Esta matriz representa el impacto ocasionado sobre las cuentas endógenas ante una inyección unitaria exógena de renta, y mediante sus multiplicadores es posible determinar los efectos que perciben las cuentas determinadas como endógenas, ante la aplicación de posibles políticas económicas.

Una vez obtenidos los multiplicadores contables, se puede realizar la descomposición de los mismos con el fin de analizar sus diferentes efectos. Esta descomposición permite identificar los canales a través de los cuales se pueden producir y transmitir los efectos de renta en toda la economía. Lógicamente, este tipo de información es muy útil para establecer el origen de los choques de ingresos en los agentes e instituciones económicas, y proporciona una visión más profunda del flujo circular de ingresos, mostrando la relevancia de los diferentes circuitos de interdependencia para la economía.

Para aplicar el modelo SAM lineal es necesario definir cuáles serán las cuentas endógenas y exógenas de la matriz a utilizar. La distribución tradicional de las mismas suele distinguir como cuentas endógenas los factores productivos, las actividades y el consumo privado y como cuentas exógenas el gobierno, la cuenta de ahorro-inversión y el sector exterior. La interpretación del modelo cuando se incluyen más cuentas endógenas continúa siendo la misma, mostrando las conexiones entre las cuentas y los efectos ocurridos sobre las partidas endógenas al realizar inyecciones exógenas de renta.

Teniendo en cuenta, que para conocer la economía de un país se debe analizar también la influencia del sector exterior sobre la misma, endogenizar el sector exterior es una de las posibles modificaciones que se suelen aplicar al modelo lineal tradicional de multiplicadores. El objetivo es poder conocer la influencia y los vínculos que existen entre el mismo y la economía en la generación de rentas, mediante su incorporación en el flujo circular de la renta (Cardenete et al., 2011).

La importancia de los modelos SAM lineales utilizados queda demostrada por las publicaciones realizadas en las últimas décadas. Así, en España, se aplicaron para analizar los multiplicadores y su descomposición en 1980 (Polo et al., 1991) y en 1990 (Ferri & Uriel, 2000). Posteriormente, se identifican ejemplos de estos modelos aplicados para la detección de sectores claves (Cansino et al., 2013; Cardenete et al., 2009) o para analizar el sector de las energías renovables (Cámara et al., 2013). También se publicaron diversos ejemplos de casos aplicados al análisis medioambiental (Cansino et al., 2012; Duarte et al., 2010, 2012; Rodríguez et al., 2007). Considerando el análisis de la influencia del sector exterior, también se identifican estudios para España tanto para el año 2000 (Cardenete et al., 2011; Fuentes, Mainar, & Cardenete, 2017; Mainar et al., 2012), como para el año 2008 (Fuentes et al., 2015).

A nivel regional, se aplicaron para comparar varias regiones e identificar los sectores clave y estratégicos de las mismas (Cardenete, 2011) o analizar las emisiones de gases (Duarte et al., 2017). En Cataluña, se analizó la economía (Llop & Manresa, 2004), así como también la aplicación del análisis de descomposición de los multiplicadores para 2001 (Llop & Manresa, 2014) y para la relación de sus emisiones de gases de efecto invernadero (Llop & Pié, 2011; Pié, 2017). Además, se identificaron investigaciones sobre la influencia de endogenizar el sector exterior (Llop & Manresa, 1999, 2003, 2007). Para Andalucía, por ejemplo, el análisis de los sectores claves (Cardenete et al., 2010) y la descomposición de los multiplicadores (Cardenete et al., 2015; Cardenete & Sancho, 2003), el estudio del sector transporte que incluye el multiplicador de empleo (Cardenete & López-Cabaco, 2018) o el impacto medioambiental (Cardenete et al., 2008; Cardenete, Fuentes, et al., 2012). También se identificaron ejemplos aplicados para Extremadura (de Miguel & Perez-Mayo, 2010; Solís et al., 2016), aplicando la descomposición de los multiplicadores (de Miguel & Manresa, 2004), y con el sector exterior como cuenta endógena (de Miguel et al., 1998).

Capítulo 3

Por último, se mencionan aplicaciones para las Islas Baleares y el sector turismo (Polo & Valle, 2016), y Aragón (Flores & Mainar, 2010; Mainar & Flores, 2013), entre otros.

Más recientemente, los modelos SAM multisectoriales se han utilizado para analizar la actividad de la bioeconomía. Por ejemplo, para el análisis de los productos de la bioeconomía como los biocombustibles en Turquía (Çağatay et al., 2017) o México (Becerril & Albornoz, 2010). Además, se aplicaron para el análisis tanto de la Unión Europea como España, utilizando las AgroSAM para el año 2000 (Cardenete et al., 2014; Cardenete, Boulanger, et al., 2012), y 2007 (Philippidis et al., 2014a), o las BioSAM para el año 2010 (Fuentes, Mainar, & Ferrari, 2017; Mainar, 2019; Philippidis & Sanjuán, 2018).

El objetivo de este capítulo es analizar la bioeconomía en España (2010) con un modelo lineal de multiplicadores. Esta metodología ya ha sido utilizada para un primer análisis de la bioeconomía española por Mainar (2019), donde se obtienen los multiplicadores de producción y empleo y se comparan sus valores agregados con los obtenidos para la Unión Europea. No obstante, este capítulo contribuye de forma significativa aplicando diferentes tipos de metodologías que permiten profundizar en los resultados e interpretar mejor la bioeconomía española.

En primer lugar, se utiliza la base de datos construida en el capítulo 2 con el detalle de las cuentas de bioeconomía y que se encuentra presentada a precios básicos. Esta matriz construida a precios básicos, representa el valor de cada producto sin incluir los márgenes de comercio y transporte y detallando de forma separada los impuestos indirectos netos sobre los productos. Su utilización en este análisis brinda la posibilidad de obtener una valuación más homogénea permitiendo una mejor interpretación para fines analíticos. Luego, considerando los multiplicadores de absorción y difusión se analizan los vínculos que existen entre los diferentes agentes económicos de la bioeconomía en España. Teniendo en cuenta esta metodología, se cuantifica y analiza la contribución de los sectores de la bioeconomía a la economía, conociendo en qué sectores la variación de la demanda final produce un impacto mayor.

Para poder interpretar estos resultados adecuadamente, se aplica también la metodología de descomposición de los multiplicadores, que permite diferenciar y cuantificar el impacto de los diferentes efectos que incluye cada valor del multiplicador obtenido. A su vez, para complementar el análisis económico y poder determinar los

sectores de la bioeconomía capaces de generar más trabajo en España, se calcula el multiplicador de empleo. Por último, con el fin de conocer la dependencia del exterior en los productos pertenecientes a la bioeconomía, se aplican dos metodologías que permiten incluirlo como cuenta endógena y calcular los multiplicadores considerando su influencia.

La estructura de este capítulo se basa inicialmente en la explicación del modelo y los multiplicadores de difusión y absorción con la descomposición de sus efectos, así como también el multiplicador de empleo y las metodologías para analizar el sector exterior. En el apartado 3.3, se detalla la aplicación empírica y se analizan los resultados obtenidos para el caso de la SAM de Bioeconomía 2010 para España. Por último, se plantean las conclusiones del capítulo.

3.2. El modelo lineal SAM y los multiplicadores

3.2.1. El modelo lineal SAM

Los modelos SAM lineales son una forma sencilla de analizar la información que brinda la SAM sobre la estructura de una economía. Muestran los efectos desagregados que se generan en la actividad económica de los diferentes agentes a partir de las relaciones del flujo circular de la renta. Estas relaciones incorporan la interdependencia entre la producción, las decisiones de demanda final y las operaciones de distribución de la renta.

Debido a su similitud con los modelos input-output y que cuentan con un mayor número de interdependencias, permiten analizar mayores efectos dados por alteraciones exógenas y con mayor exactitud. Esto impacta en el posible desarrollo de mejores medidas de intervención.

Los orígenes de esta metodología se encuentran en los trabajos pioneros de Stone (1978), y Pyatt y Round (1979). Es importante considerar que la metodología SAM lineal contiene ciertas hipótesis implícitas. Estas incluyen el comportamiento lineal de los agentes económicos y coeficientes técnicos constantes, asumiendo precios fijos y exceso de capacidad (Defourny & Thorbecke, 1984).

En un primer lugar, para poder aplicar el modelo y conocer los efectos de una inyección exógena en la economía a través de los multiplicadores, se deben definir las

Capítulo 3

cuentas endógenas y exógenas de la matriz. Considerando como exógenas, las cuentas que se pueden utilizar como instrumentos potenciales de política económica o variables que se determinan fuera del sistema económico (el gobierno, la cuenta de ahorro-inversión y el sector exterior). Las cuentas endógenas serán el resto de las cuentas: sectores de producción, factores productivos (trabajo y capital) y consumidores privados (de Miguel et al., 1998).

El supuesto habitual de variables endógenas y exógenas mencionadas previamente sigue los criterios de Pyatt y Round (1985) y Defourny y Thorbecke (1984), capturando las relaciones completas del flujo circular de ingresos y mostrando las conexiones entre el ingreso productivo, la distribución de ingresos, y los patrones de consumo. Sin embargo, las mismas se pueden re definir a criterio del investigador según lo que quiera analizar.

En la tabla 3.1, se muestra la SAM detallada según variables endógenas y exógenas (n =número de cuentas endógenas y k =número de cuentas exógenas), obteniendo cuatro matrices. La matriz T_{nn} representa la matriz de transacciones entre las diferentes cuentas endógenas, la matriz T_{nk} muestra las inyecciones de renta que las cuentas endógenas reciben de las exógenas, T_{kn} implica las filtraciones que desde las cuentas endógenas se realizan a las cuentas exógenas y T_{kk} incorpora las transacciones que se realizan entre las diferentes cuentas exógenas. La matriz columna Y_n (orden $n \times 1$) y la matriz fila Y'_n (orden $1 \times n$), representan las rentas y gastos totales de las cuentas endógenas respectivamente. La matriz columna Y_k (orden $k \times 1$) y la matriz fila Y'_k (orden $1 \times k$), representa las rentas y gastos totales de las cuentas exógenas respectivamente.

Por último, tanto F_n como X_n son matrices columnas, de orden $n \times 1$, y L_k y R_k son matrices columnas, de orden $k \times 1$.

Tabla 3.1. Ejemplo SAM con cuentas endógenas y exógenas

		GASTOS				
		Cuentas Endógenas	Suma	Cuentas Exógenas	Suma	TOTAL
INGRESOS	Cuentas Endógenas	T_{nn}	F_n	Inyecciones- T_{nk}	X_n	Y_n
	Cuentas Exógenas	Filtraciones- T_{kn}	L_k	Balance residual- T_{kk}	R_k	Y_k
TOTAL		Y'_n		Y'_k		

Fuente: adaptado de Defourny & Thorbecke (1984).

Por lo tanto, el total de la fila Y_n representa los ingresos recibidos por las cuentas endógenas, formado por dos partes: una que proviene de las cuentas endógenas que sería la matriz T_{nn} cuya suma por filas es la matriz columna F_n , y la que proviene de las cuentas exógenas que sería T_{nk} cuya suma también por filas es la matriz columna X_n .

Se obtiene:

$$Y_n = F_n + X_n \quad (1)$$

Si se considera la matriz de transacciones entre las cuentas endógenas, T_{nn} , se puede obtener la matriz A_{nn} , donde cada elemento de la misma (a_{ij}) representa la proporción del gasto total de la cuenta j que destina a la cuenta i (se calcula considerando cada cuenta de la matriz de transacciones endógenas respecto al total por columna en la SAM): $A_{nn} = T_{nn} \hat{Y}_n^{-1}$.

Siendo \hat{Y}_n la matriz diagonal de los elementos del vector columna Y_n .

Esto implica, que: $T_{nn} = A_{nn} \hat{Y}_n$

Pudiendo obtenerse a partir de la matriz A_{nn} la matriz columna F_n :

$$F_n = A_{nn} Y_n \quad (2)$$

Combinando las expresiones (1) y (2), se obtiene:

$$Y_n = A_{nn} Y_n + X_n \quad (3)$$

$$Y_n = (I - A_{nn})^{-1} X_n = M_{nn} X_n \quad (4)$$

Capítulo 3

Siendo Y_n la matriz columna que representa el ingreso endógeno en cada cuenta, I es la matriz de identidad y X_n es una matriz columna que representa las inyecciones exógenas que recibe cada cuenta endógena. En esta expresión, $M_{nn} = (I - A_{nn})^{-1}$ representa la matriz de multiplicadores contables ampliados del modelo SAM.

La matriz de multiplicadores M_{nn} es una matriz cuadrada, cuyo número de filas y columnas está determinado por las cuentas endógenas utilizadas. Además, esta matriz muestra los efectos directos, indirectos e inducidos en las cuentas endógenas causados por cambios unitarios en las cuentas exógenas. Esto quiere decir que, por ejemplo, cada elemento de la misma m_{ij} muestra el cambio de renta producido en la cuenta endógena i si la renta endógena j recibe una unidad monetaria adicional de renta desde las cuentas exógenas.

Considerando la explicación básica del modelo lineal SAM basado en la definición de cuentas endógenas y exógenas, en la tabla 3.2 se relaciona la definición tradicional de estas variables con la matriz explicada previamente en el capítulo 2 en la tabla 2.4. De esta forma es posible representar cada grupo de cuentas considerando su correspondiente sub-matriz de la matriz bioeconómica para España.

Tabla 3.2. Ejemplo de SAM Bioeconomía para España

		Cuentas Endógenas			Cuentas Exógenas			Total
		Productos	Factores	Hogares y Empresas	Gobierno	Ahorro-Inversión	Resto del Mundo	TOTAL
Cuentas Endógenas	Productos	S		C	G	K	X	Demanda
	Factores	E					R	Ingresos factores
	Hogares y Empresas		F	H	V		B	Ingresos hogares y empresas
Cuentas Exógenas	Gobierno	T	R	D			U	Ingresos Gobierno
	Ahorro-Inversión			A	O		P	Ahorro
	Resto del Mundo	M	Q	W	J			Pagos a Resto del Mundo
TOTAL		Oferta	Gasto factores	Gasto H/E	Gasto Gobierno	Inversión	Ingresos de Resto del Mundo	

Fuente: elaboración propia basada en la tabla 2.1 del Capítulo 2 de esta tesis doctoral.

Esta tabla permite observar que de acuerdo a la matriz trabajada, y siempre y cuando se consideren como cuentas endógenas las mencionadas previamente según el supuesto habitual, dentro de la matriz T_{nn} , que representa las transacciones entre las

mismas, se encuentran las submatrices S con las transacciones entre los productos (consumo intermedio), la matriz E con la distribución del valor añadido (factores productivos), los ingresos recibidos por el consumo de los hogares C , ingresos recibidos por los factores productivos F y las transferencias entre instituciones privadas H . Las cuentas exógenas quedan representadas por el gobierno, el ahorro y la inversión y el sector exterior. La matriz T_{kn} , representa las “filtraciones” que se producen desde las cuentas endógenas a las exógenas por productos (T, M), factores productivos (R, Q) y consumo privado (D, A, W). Por último, T_{nk} representa las inyecciones de renta recibidas por las cuentas endógenas de las exógenas por factores productivos (R), instituciones privadas (V, B) y productos (G, K, X).

Al aplicar un *shock* exógeno de renta sobre una cuenta endógena se generan alteraciones en dicha cuenta, y también impacta en variaciones en otras cuentas endógenas a través de las interdependencias entre las mismas. Por ejemplo, para aumentar la producción se debe aumentar el consumo intermedio de insumos necesarios para producir, así como también la remuneración a los factores productivos. Debido a las transacciones interindustriales que existen entre los sectores, se provoca también un incremento en la producción de los mismos. A su vez, el aumento en los factores productivos impacta en la renta distribuida a los sectores institucionales (como por ejemplo el salario en los hogares), que serán utilizados para consumo en los sectores productivos, transferidos a otras instituciones y/ o ahorrados (Cardenete et al., 2010). Dado el flujo circular de la renta, los efectos se retroalimentan entre sí, hasta alcanzar un equilibrio que es representado en los multiplicadores contables.

Esta matriz de multiplicadores es similar a la matriz inversa de Leontief, por lo tanto, se utiliza también como herramienta para evaluar las propiedades generadores de riqueza de las diferentes cuentas mediante el análisis de dos multiplicadores tradicionales, que representan el efecto difusión y el efecto absorción.

El multiplicador de producción es denominado como efecto difusión, y se obtiene sumando los elementos de cada columna de M_{nn} . Este multiplicador indica cuál es el efecto de expansión de la renta que se genera en el conjunto de las cuentas endógenas, cuando la cuenta correspondiente a la columna j recibe una inyección exógena y unitaria de renta. Eso implica, que por cada unidad monetaria de renta

recibida por j , el multiplicador permitirá conocer cuántas unidades monetarias de renta se generan sobre i considerando el flujo circular de la renta.

Un valor muy alto de este multiplicador estaría indicando una cuenta que tiene una gran influencia de expansión de renta sobre el resto de la economía hacia atrás, ya que sus necesidades de insumos para hacer frente al incremento cuando recibe un *shock* exógeno, que puede ser provocado por una política económica u otro acontecimiento externo, se trasladan a sus proveedores (Pulido & Fontela, 1993).

$$U_j = \sum_{i=1}^n m_{ij} \quad \forall j = 1, 2, \dots, n$$

La suma de los multiplicadores ubicados en las filas de la matriz M_{nn} , determina el multiplicador de una expansión uniforme de la demanda, que representa el efecto absorción. Este multiplicador cuantifica el aumento en la renta de un sector concreto si la economía recibe un impacto de una inyección unitaria exógena de renta. El valor obtenido con la suma de la fila i , indica cuánto debería producir el sector i dado un incremento de una unidad monetaria exógena de la demanda final sobre todos los demás sectores endógenos. Por lo tanto, indica qué parte del crecimiento de renta que se produce es absorbido por cada una de las cuentas, permitiendo identificar aquellas cuentas que provocan un impulso mayor sobre las demás cuentas de la economía, absorbiendo la mayor parte del aumento global de la renta. Es considerada una medida de la cadena de efectos hacia adelante, porque se puede apreciar el efecto que causan las mayores producciones sobre la compra de los sectores clientes (Pulido & Fontela, 1993).

$$U_i = \sum_{j=1}^n m_{ij} \quad \forall i = 1, 2, \dots, n$$

3.2.2. Descomposición de la matriz de multiplicadores contables

Los primeros trabajos enfocados en la descomposición de la matriz de multiplicadores en submatrices provienen de Stone (1978) y Pyatt y Round (1979), con posteriores extensiones y aplicaciones que destacan entre otras Defourny y Thorbecke (1984) y Pyatt y Round (1985).

Para su cálculo se debe partir de la matriz A_{nn} de propensiones medias del gasto de las cuentas endógenas, ordenada por productos, factores productivos y las instituciones privadas, representadas por los subíndices 1, 2 y 3 respectivamente. La matriz A_{11} contiene los coeficientes de consumo intermedio (denominados también input-output), A_{13} contiene los coeficientes del consumo que realizan las instituciones privadas de los sectores productivos, A_{21} contiene los coeficientes de los factores productivos de la producción, A_{32} contiene los coeficientes de los ingresos que reciben los consumidores de los factores y A_{33} las transacciones entre los hogares.

Se descompone A_{nn} , en dos matrices, separando la diagonal principal en la matriz \tilde{A}_{nn} y el resto.

$$A_{nn} = \begin{bmatrix} A_{11} & 0 & A_{13} \\ A_{21} & 0 & 0 \\ 0 & A_{32} & A_{33} \end{bmatrix} \Rightarrow \tilde{A}_{nn} = \begin{bmatrix} A_{11} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & A_{33} \end{bmatrix} \text{ y } A_{nn} - \tilde{A}_{nn} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & A_{13} \\ A_{21} & 0 & 0 \\ 0 & A_{32} & 0 \end{bmatrix}$$

A partir de ambas matrices, Pyatt y Round (1979) plantearon la metodología para poder descomponer la matriz M_{nn} entre diferentes circuitos de interdependencia, que se detalla a continuación, tomando la ecuación (3):

$$Y_n = A_{nn}Y_n + X_n$$

$$Y_n = (A_{nn} - \tilde{A}_{nn})Y_n + \tilde{A}_{nn}Y_n + X_n \Rightarrow (I - \tilde{A}_{nn})Y_n = (A_{nn} - \tilde{A}_{nn})Y_n + X_n$$

$$Y_n = (I - \tilde{A}_{nn})^{-1}(A_{nn} - \tilde{A}_{nn})Y_n + (I - \tilde{A}_{nn})^{-1}X_n$$

Donde $A_{nn}^* = (I - \tilde{A}_{nn})^{-1}(A_{nn} - \tilde{A}_{nn})$

$$Y_n = A_{nn}^* Y_n + (I - \tilde{A}_{nn})^{-1}X_n \quad (5)$$

Luego, multiplicando ambos lados de la ecuación (5) por A_{nn}^* :

$$A_{nn}^* Y_n = A_{nn}^{*2} Y_n + A_{nn}^* (I - \tilde{A}_{nn})^{-1}X_n$$

Sustituyendo $A_{nn}^* Y_n$ en la ecuación (5),

$$Y_n = A_{nn}^{*2} Y_n + A_{nn}^* (I - \tilde{A}_{nn})^{-1}X_n + (I - \tilde{A}_{nn})^{-1}X_n,$$

Se obtiene como resultado:

$$Y_n = A_{nn}^{*2} Y_n + (I + A_{nn}^*) (I - \tilde{A}_{nn})^{-1}X_n \quad (6)$$

Multiplicando ambos lados de la ecuación (5) por A_{nn}^{*2}

Obteniendo $A_{nn}^{*2} Y_n = A_{nn}^{*3} Y_n + A_{nn}^{*2} (I - \tilde{A}_{nn})^{-1} X_n$, y sustituyendo la expresión $A_{nn}^{*2} Y_n$ en la ecuación (6),

$$Y_n = A_{nn}^{*3} Y_n + A_{nn}^{*2} (I - \tilde{A}_{nn})^{-1} X_n + (I + A_{nn}^*) (I - \tilde{A}_{nn})^{-1} X_n, \text{ se obtiene:}$$

$$Y_n = A_{nn}^{*3} Y_n + (I + A_{nn}^* + A_{nn}^{*2}) (I - \tilde{A}_{nn})^{-1} X_n$$

Resolviendo para Y_n ,

$$Y_n = (I - A_{nn}^{*3})^{-1} (I + A_{nn}^* + A_{nn}^{*2}) (I - \tilde{A}_{nn})^{-1} X_n$$

$$M1_{nn} = (I - \tilde{A}_{nn})^{-1} \quad M2_{nn} = (I + A_{nn}^* + A_{nn}^{*2}) \quad M3_{nn} = (I - A_{nn}^{*3})^{-1}$$

$$Y_n = M3_{nn} M2_{nn} M1_{nn} X_n \tag{7}$$

La ecuación (7) representa la descomposición de la matriz de multiplicadores M_{nn} en tres componentes multiplicativos que explican diferentes significados económicos (Holland & Wyeth, 1993).

La matriz $M1_{nn}$, contiene los siguientes elementos:

$$M1_{nn} = \begin{bmatrix} (I - A_{11})^{-1} & 0 & 0 \\ 0 & I & 0 \\ 0 & 0 & (I - A_{33})^{-1} \end{bmatrix}$$

Denominada matriz de efectos propios directos, recoge los efectos que ocurren entre sí en un determinado grupo de cuentas, como consecuencia de las transferencias internas que se establezcan en el grupo. Dado un incremento exógeno de renta en alguna de las cuentas endógenas, esta matriz representará el impacto que se da sobre las cuentas que pertenecen al mismo bloque (Civardi et al., 2010). La primer submatriz representa la matriz inversa de Leontief del modelo Input-Output. La submatriz del medio es la matriz identidad, ya que no existen transferencias entre los factores productivos, y el último block representa el efecto multiplicador dado por las transferencias entre las instituciones privadas. Por ejemplo, el primer bloque refleja cómo influye en los demás productos el aumento de la demanda de uno de los productos.

La matriz $M2_{nn}$ tiene la siguiente estructura:

$$M2_{nn} = \begin{bmatrix} I & (I - A_{11})^{-1}A_{13}(I - A_{33})^{-1}A_{32} & (I - A_{11})^{-1}A_{13} \\ A_{21} & I & A_{21}(I - A_{11})^{-1}A_{13} \\ (I - A_{33})^{-1}A_{32}A_{21} & (I - A_{33})^{-1}A_{32} & I \end{bmatrix}$$

$M2_{nn}$ establece los efectos abiertos, que son causados por las cuentas pertenecientes a un grupo sobre las cuentas de los grupos restantes. Dada una inyección inicial exógena en una cuenta de determinado bloque, captura los efectos producidos que se transmiten hacia las cuentas endógenas de otro bloque. Quiere decir, una vez que ha completado un recorrido fuera de su grupo original pero sin completar el efecto circular. Por ejemplo, cuando un producto es afectado por un *shock* exógeno, cuál sería el impacto producido en los factores productivos y en las instituciones privadas.

La matriz $M3_{nn}$ tiene la siguiente estructura:

$$M3_{nn} = \begin{bmatrix} [I - (I - A_{11})^{-1}A_{13}(I - A_{33})^{-1}A_{32}A_{21}]^{-1} & 0 & 0 \\ 0 & [I - A_{21}(I - A_{11})^{-1}A_{13}(I - A_{33})^{-1}A_{32}]^{-1} & 0 \\ 0 & 0 & [I - (I - A_{33})^{-1}A_{32}A_{21}(I - A_{11})^{-1}A_{13}]^{-1} \end{bmatrix}$$

$M3_{nn}$ representa el efecto circular de los multiplicadores. Dado un *shock* exógeno, esta matriz permite ver los efectos circulares que existen entre las cuentas debido a la interdependencia de las mismas. Es decir, recoge el efecto del *shock* cuando se realiza un ciclo completo del sistema, y regresando al punto de origen, de manera repetitiva, considerando los efectos de retroalimentación. Representa entonces, los efectos de un grupo de cuentas sobre ellas mismas, considerando el impacto de un *shock* inicial que completa el círculo pasando por los tres grupos de cuentas y culminando en el original. Por esta razón es una matriz diagonal al igual que $M1_{nn}$. Simboliza el efecto que una inyección exógena de renta sobre una cuenta endógena genera sobre la renta de ésta misma o de otra cuenta, pero siempre a través de una tercera.

Para una mejor interpretación, Stone (1978) propone la descomposición aditiva de (7):

$$M_{nn} = I + (M1_{nn} - I) + (M2_{nn} - I)M1_{nn} + (M3_{nn} - I)M2_{nn}M1_{nn} \quad (8)$$

Para obtener la división aditiva, se usa la siguiente transformación de la expresión (8):

$$\begin{aligned}M_{nn} - I &= (M1_{nn} - I) + (M2_{nn} - I)M1_{nn} + (M3_{nn} - I)M2_{nn}M1_{nn} \\M_{nn} - I &= N1 + N2 + N3\end{aligned}\tag{9}$$

Esta nueva expresión (9) da lugar al efecto multiplicador neto total, es decir, que es el resultado de la agregación de los efectos netos propios, los efectos netos abiertos y, por último, los efectos netos circulares. Donde I representa la inyección de ingresos que inicia el proceso multiplicador. A continuación, con $N1 = (M1_{nn} - I)$ se muestran los efectos netos propios derivados de las transferencias internas, con $N2 = (M2_{nn} - I)M1_{nn}$ se cuantifican los efectos netos abiertos y con $N3 = (M3_{nn} - I)M2_{nn}M1_{nn}$ se representan los efectos netos circulares.

Esta descomposición de los multiplicadores SAM, permitirá identificar los canales a través de los cuales los efectos de los ingresos pueden ser producidos y transmitidos en toda la economía, y ver también el peso que tiene cada efecto. Esta información será muy útil para establecer el origen de las inyecciones de ingresos en los agentes e instituciones económicas.

3.2.3. Multiplicador de empleo

El multiplicador de empleo explica el grado de sensibilidad de un sector en términos de empleo, ante un aumento en la demanda. Permite conocer cuáles serán las cuentas más apropiadas para establecer políticas de intervención con el fin de incrementar el empleo.

Para su cálculo, se utiliza el vector de coeficientes de empleo que representa el cociente entre el número de empleos y el valor de la producción de cada cuenta, representados por millón de euros de valor de producción (proporcionado por Alfredo Mainar miembro del JRC de la Comisión Europea ubicado en Sevilla).¹¹

Este vector contiene el ratio de empleo sobre la salida total de las actividades, por lo tanto considerando la matriz de transformación utilizada para construir la tabla simétrica, se obtiene el ratio de empleo entre el número de empleos y el total de cada producto, denominado e . La matriz de empleo E_{nn} será la matriz que contiene en su

¹¹ Ver: https://datam.jrc.ec.europa.eu/datam/mashup/EU_SAM_JOBS/index.html.

diagonal el vector e y los restantes valores son ceros, y se debe multiplicar por la matriz de multiplicadores (M_{nn}). Este multiplicador asume como supuesto que los coeficientes de E_{nn} permanecen constantes.

$$ME_{nn} = E_{nn} \times M_{nn}$$

Se obtiene entonces la matriz de multiplicadores de empleo ME_{nn} , en la cual cada elemento, me_{ij} , se interpreta como el incremento en el número de empleos del sector i cuando se produce una inyección exógena unitaria (millones de euros) sobre la cuenta endógena j . La suma de las columnas de la matriz muestra el efecto global en el empleo, dado por el incremento exógeno de la demanda, y es el cálculo que se analizará en la siguiente parte de este capítulo. La suma de las filas muestra el incremento del empleo que se da en la cuenta cuando el resto de las cuentas reciben un *shock* exógeno monetario unitario.

A pesar de la importancia de este multiplicador para analizar el empleo, los resultados obtenidos no se deben tomar como un pronóstico exacto de la creación de empleos debido a *shocks* exógenos, sino que es preferible considerarlo como un indicador de las cuentas de la economía con mayor potencial para crearlos.¹¹

3.2.4. Análisis del sector exterior en modelos lineales SAM

Al analizar la economía de un país, es importante conocer la influencia del sector exterior sobre la misma. De acuerdo con Llop y Manresa (2007), la mejor interpretación del sector exterior en una economía, se podría realizar considerando como base de datos una matriz SAM y su relación con varias regiones, sin embargo, estos datos normalmente no están disponibles.

Como alternativa, si se realiza la aplicación del modelo SAM lineal con el sector exterior endógeno, puede suceder que no se representen correctamente las interacciones entre la economía nacional y el resto del mundo. El planteo de este modelo implica que cualquier aumento en las importaciones incide en toda la economía, por lo que también incide en las exportaciones, generando un proceso iterativo sin fin. Esto da como resultado la obtención de unos multiplicadores que incluyen los efectos de retroalimentación de los vínculos entre importaciones y exportaciones y que pueden sobrevalorar el papel del sector exterior en el proceso de generación de ingresos (Llop & Manresa, 2007).

A partir de estas limitaciones, en la literatura se han identificado dos metodologías como posibles soluciones para poder analizar y cuantificar la influencia de las relaciones del sector exterior con el resto de la economía pero evitando la sobrevaloración expuesta anteriormente (Fuentes, Mainar, & Cardenete, 2017). Por un lado, una de las mismas se basa en endogenizar el sector exterior y analizar sus efectos mediante una descomposición de los multiplicadores. La otra alternativa aplicada parte de endogenizar solamente la cuenta de las importaciones. Ambas serán explicadas en detalle en los siguientes puntos.

3.2.4.1. Descomposición de multiplicadores para el análisis del sector exterior

Esta metodología se basa en obtener en primer lugar la matriz de multiplicadores contables considerando el sector exterior (importaciones y exportaciones) como endógeno, obteniendo la correspondiente matriz \ddot{M} . Si se compara con la matriz M_{nn} obtenida en el punto 3.2.1 (ecuación 4), ésta nueva matriz de multiplicadores, contará con un sector endógeno más, tanto en filas como en columnas, por lo tanto será de orden $(n + 1 \times n + 1)$. Luego, la técnica de descomposición de multiplicadores expuesta en el apartado anterior, se aplica para poder separar el efecto retroalimentación dado por los vínculos que surgen entre las importaciones y exportaciones, que provoca que se sobrevalue el efecto del sector exterior sobre el ingreso interno, y por lo tanto provoca un multiplicador elevadamente irreal (Fuentes et al., 2015; Fuentes, Mainar, & Cardenete, 2017; Llop & Manresa, 2007).

En este caso, se parte de la matriz \ddot{A} , que al contar con un sector endógeno más, sus dimensiones son $(n + 1 \times n + 1)$, y se divide en dos matrices. Por un lado se obtiene B_1 , de orden $(n + 1 \times n + 1)$, que contiene las cuentas de los productos o ramas de actividad, los factores productivos y las de consumo (con valores cero en la fila y columna del sector exterior). Por otro lado, B_2 , de orden $(n + 1 \times n + 1)$, solo incluye la cuenta del sector exterior siendo el resto cero.

Por lo tanto, se tiene $\ddot{A} = B_1 + B_2$, y se aplica el cálculo de la matriz de multiplicadores $\ddot{M} = (I - \ddot{A})^{-1}$, obteniendo:

$$\begin{aligned}\ddot{M} &= (I - B_1 - B_2)^{-1} \\ \ddot{M} &= [(I - B_1)(I - (I - B_1)^{-1}B_2)]^{-1} \\ \ddot{M} &= [I - (I - B_1)^{-1}B_2]^{-1}(I - B_1)^{-1}\end{aligned}$$

Se define $D = (I - B_1)^{-1}B_2$, de orden $(n + 1 \times n + 1)$ y se aplica la siguiente transformación:

$$(I - D)^{-1} = (I - D)^{-1}(I + D)^{-1}(I + D) = (I - D^2)^{-1}(I + D)$$

Esto implica que puede expresarse la matriz de multiplicadores contables \ddot{M} , como el producto de tres matrices:

$$\ddot{M} = (I - D^2)^{-1}(I + D)(I - B_1)^{-1} = \ddot{M}_3\ddot{M}_2\ddot{M}_1$$

Luego de aplicar la descomposición se obtiene:

$$\ddot{M}_1 = (I - B_1)^{-1} \quad \ddot{M}_2 = (I + D) \quad \ddot{M}_3 = (I - D^2)^{-1}$$

Para una mejor interpretación, se representa la descomposición de forma aditiva:

$$\ddot{M} = \ddot{M}_3\ddot{M}_2\ddot{M}_1 = I + (\ddot{M}_1 - I) + (\ddot{M}_2 - I)\ddot{M}_1 + (\ddot{M}_3 - I)\ddot{M}_2\ddot{M}_1$$

$$\ddot{M} - I = \dot{N}_1 + \dot{N}_2 + \dot{N}_3$$

\ddot{M}_1 es la matriz de efectos propios y refleja los efectos ocasionados sobre la economía por la necesidad de satisfacer la nueva demanda exógena, que debido a las interacciones existentes entre las cuentas, provoca incrementos de la producción, los factores productivos y el consumo. Esta matriz refleja el efecto circular de la renta bajo el supuesto tradicional de cuentas endógenas, es decir sin considerar el sector exterior, por lo tanto, sus valores coinciden con el efecto total que se obtiene en los multiplicadores tradicionales calculados previamente según Pyatt y Round (1979) (Llop & Manresa, 2007). \dot{N}_1 muestra los efectos propios netos.

\ddot{M}_2 es la matriz de efectos abiertos dados entre la renta interior y el sector exterior. Permiten identificar la contribución del sector exterior en el proceso de generación de ingresos dentro de la economía, ampliando el flujo circular de la renta a una economía abierta (Fuentes et al., 2015). Incluyen los efectos que se dan en el resto de las cuentas debido a un incremento unitario recibido por las cuentas del sector exterior. También incluye cómo impacta en la demanda de las importaciones, el incremento exógeno de renta dirigido a los sectores (Llop & Manresa, 2007). \dot{N}_2 refleja los efectos abiertos netos.

\ddot{M}_3 es la matriz de efectos circulares, en la cual se demuestran los efectos generados debido al flujo circular de la renta. Refleja la retroalimentación asociada al sector exterior, que implica que un aumento de la producción va a generar un incremento de las importaciones, lo que a su vez genera una nueva ronda de efectos y

provoca automáticamente un aumento en las exportaciones. Esta vinculación importaciones-exportaciones pueden sobrevalorar las interacciones entre la economía nacional y el sector exterior. \check{N}_3 contiene los efectos circulares netos.

Para evitar la sobrevaluación de la matriz \check{M} , el análisis del sector exterior mediante la metodología de descomposición de los multiplicadores se enfoca exclusivamente en los valores de \check{N}_1 y \check{N}_2 , cuyo análisis permite identificar los efectos propios de la economía interna y la contribución del sector exterior (Fuentes, Mainar, & Cardenete, 2017).

3.2.4.2. Endogenización del efecto de las importaciones para el análisis del sector exterior

Esta alternativa utilizada también para el análisis de los multiplicadores y la influencia del sector exterior, se basa en endogenizar el efecto de las importaciones y solo mantener las exportaciones como un factor exógeno, de forma de mantener el supuesto de un país pequeño que no influye en las decisiones del sector exterior (Fuentes, Mainar, & Cardenete, 2017; Mainar et al., 2012). Esto permite analizar la real influencia del sector exterior y también evitar la sobrevaloración causada por el efecto de retroalimentación que implica que un aumento de las importaciones impacte en un aumento de las exportaciones y así sucesivamente (Fuentes, Mainar, & Cardenete, 2017; Mainar et al., 2012).

Para esto, se debe representar la dependencia de las importaciones sobre el total de recursos de un sector. Según Mainar et al. (2012), dentro del contexto de los modelos lineales, la matriz Z^*_n cuyos elementos z_i son las importaciones realizadas por un sector i , se pueden expresar mediante un coeficiente (h_i) que considere su valor y el total de recursos del sector neto de importaciones y_i^n .

Es así que:

$$h_i = z_i / y_i^n$$

Dónde la matriz fila $M^* = \{h_i\}$, indica en qué medida los recursos de un sector provienen del sector exterior (Fuentes, Mainar, & Cardenete, 2017). Esto implica, que valores altos de este coeficiente muestran que dado un aumento del sector ocasionado por un *shock* exógeno de demanda, impactará en el incremento de la demanda de las importaciones.

Al aplicar esta metodología en una matriz de contabilidad social, se debe modificar el cálculo de la matriz de coeficientes A_{nn} . La misma será calculada considerando el total de recursos de cada sector neto de importaciones, obteniendo una nueva matriz A_{nn}^* . Por lo tanto, cada elemento de la misma a_{ij} , representa el gasto de la cuenta i para cada unidad monetaria del gasto total de la cuenta j , pero neto de importaciones.

El modelo lineal se puede plantear como:

$$Y_n^* = A_{nn}^* Y_n^* + X_n^* - Z_n^*$$

$$Y_n^* = A_{nn}^* Y_n^* + X_n^* - H_{nn}^* Y_n^* \Leftrightarrow Y_n^* = (I - A_{nn}^* + H_{nn}^*)^{-1} X_n^*$$

Representando por,

- Y_n^* , de orden $(n \times 1)$, es la matriz columna del total de los recursos netos de las importaciones.
- A_{nn}^* , de orden $(n \times n)$, es la matriz de coeficientes de variables endógenas calculado considerando Y_n^* .
- X_n^* , de orden $(n \times 1)$, es la matriz de variables exógenas que incluye las exportaciones.
- Z_n^* , de orden $(n \times 1)$, es la matriz columna de importaciones.
- H_{nn}^* , de orden $(n \times n)$, es la matriz diagonal con elementos m_i (coeficientes de importaciones).

Con esta metodología se obtiene una nueva versión de la matriz inversa de Leontief: $(I - A_{nn}^* + H_{nn}^*)^{-1}$, la cual permite analizar el impacto generado por una unidad de renta exógena en la cuenta endógena j , sobre el ingreso de la cuenta endógena i , pero mostrando el efecto del sector exterior causado por las importaciones necesarias para producir y la generación de ingresos posteriores (Mainar et al., 2012).

En general, se entiende que los sectores que tienen una producción proveniente principalmente del sector exterior, son más sensibles con esta metodología ya que al eliminar el efecto por las importaciones el efecto multiplicador representa su efecto interno, siendo en estos casos un valor pequeño (Fuentes, Mainar, & Cardenete, 2017).

Por lo tanto, este método alternativo permite introducir el sector exterior como variable endógena en el análisis del modelo lineal SAM, evitando los efectos de sobrevaloración del multiplicador. Según los autores, esta metodología permite obtener multiplicadores que cuantifican los efectos de forma más precisa. Además, su

comparación con otras metodologías demuestra su coherencia y por lo tanto, se puede utilizar de diversas formas dependiendo del objetivo de la investigación (Mainar et al., 2012).

3.3. Aplicación empírica para la SAM de Bioeconomía Simétrica de España 2010

Tal como se ha comentado previamente, este trabajo pretende analizar las cuentas que forman parte de la bioeconomía en España, considerando la matriz de multiplicadores contables y su descomposición, con el fin de conocer la importancia de cada uno de los efectos incluidos en los mismos. Además, mediante el análisis del multiplicador de empleo, se tendrá en cuenta el impacto que los sectores de la bioeconomía pueden tener sobre la generación de empleo a través de *shocks* exógenos. Por último, se realiza el análisis de la influencia del sector exterior sobre la economía, considerando las cuentas que forman parte de la bioeconomía. Los cálculos se han realizado con el software Python desarrollado por la Universidad de Illinois y complementados con Excel.¹²

La SAM de Bioeconomía obtenida en el capítulo 2, simétrica producto por producto, contiene en su forma agregada 40 cuentas endógenas, que son las utilizadas para los primeros análisis de este apartado (excepto al analizar el sector exterior). La agregación realizada representa 36 productos, de los cuales 32 forman parte de la bioeconomía y 4 no están relacionados con la misma.¹³ Además, las cuentas endógenas también incluyen una de empleo, una de capital y dos de instituciones privadas como empresas y hogares. En un primer análisis, como cuentas exógenas se encuentra el gobierno con el detalle de los impuestos netos (producción, consumo y directos), una cuenta de ahorro e inversión y otra para el resto del mundo. En la tabla 3.3 se muestra el detalle.

¹² Ver: <http://www.real.illinois.edu/pyio/>.

¹³ La agregación de las cuentas se encuentra detallada en el capítulo 2 en la tabla 2.5.

Tabla 3.3. Cuentas endógenas y exógenas en la SAM de Bioeconomía para España

Cuentas Endógenas: 40	Productos: 36	Agricultura: 12
		Industria Alimentaria: 11
		Biomasa: 3
		Bioindustria: 3
		Bioenergía: 3
		No Bioeconomía: 4
	Factores productivos: 2	Trabajo
		Capital
	Instituciones privadas: 2	Hogares
		Empresas / Corporaciones
Cuentas Exógenas: 6	Instituciones públicas e impuestos: 4	Impuestos netos a la producción
		Impuestos netos sobre productos
		Impuestos directos
		Gobierno
	Cuentas de capital: 1	Inversión-Ahorro
Cuentas del exterior: 1	Resto del Mundo	

Fuente: elaboración propia.

3.3.1. Matriz de multiplicadores contables

La aplicación empírica de los modelos SAM lineales, comienza con el cálculo de la matriz de multiplicadores contables de la SAM Bioeconomía simétrica. En este caso y para España 2010, considerando como cuentas endógenas las mencionadas previamente, se obtiene la matriz de multiplicadores M , de dimensiones 40×40 .¹⁴ Partiendo de la misma, con la suma de sus respectivas columnas y filas, se calculan los efectos difusión y absorción para cada cuenta. En la tabla 3.4, se muestra el detalle.

Se observa que los multiplicadores de difusión son mayores a los de absorción para la mayoría de los casos, siendo estos últimos valores muy bajos en la mayoría de los productos (menos los que no pertenecen a la bioeconomía).

Considerando los multiplicadores de difusión, los grupos de cuentas clasificados en industria alimentaria, biomasa y agricultura, son los que muestran una capacidad de generación de renta hacia atrás mayor al promedio de la economía. Destaca principalmente la industria alimentaria con la mayoría de sus sectores con efecto multiplicador mayor al promedio y dentro de la cual, bebidas y tabaco, carne roja, carne blanca, aceites vegetales, lácteos, otros productos alimenticios y vino, tienen un efecto

¹⁴ Ver Anexo III, matriz 1.

Capítulo 3

multiplicador superior a 4. Dentro del grupo de biomasa, tanto silvicultura como cultivos energéticos cuentan con un efecto multiplicador de difusión mayor que el promedio, destacando los cultivos energéticos con 4,708. En la agricultura, las cuentas relacionadas con ganadería extensiva e intensiva, otros animales vivos y productos de origen animal, leche cruda y otros cultivos, también cuentan con un multiplicador de difusión superior a 4. Esto indica, que por cada unidad monetaria de renta recibida por estos sectores, se crea una expansión total sobre el conjunto de la actividad económica mayor a 4 unidades monetarias. Los resultados muestran que destacan principalmente las cuentas relacionadas con el sector ganadero, cárnico, y lácteos (Cardenete et al., 2014; Mainar, 2019).

Si bien el conjunto de cuentas agrupadas dentro de bioenergía y bioindustria muestran que la difusión de renta de las mismas en la economía es inferior al promedio, se pueden destacar la bioelectricidad y productos de la madera, ambas con un valor aproximado a 4.

Hasta ahora, las cuentas mencionadas anteriormente, tienen un efecto difusión significativo hacia toda la economía. Esto implica, que existen varias cuentas de la bioeconomía que tienen la capacidad de generar riqueza hacia sus proveedores de insumos, por encima del promedio.

Continuando con el análisis, de las 36 cuentas ligadas a la bioeconomía, 13 tienen efecto difusión inferior al promedio, pero de estas, cinco tienen valores muy similares al mismo (vegetales, plantas oleaginosas, azúcar, pellet y biocarburantes de 2ª generación). Las cuentas con un nivel de difusión bajo, menor que 3, serían: cereales, semillas oleaginosas, cultivos industriales, bioquímicos y textiles.

El análisis del efecto difusión indica diferencias significativas entre los productos relacionados con el sector agricultura, biomasa y la alimentación y los demás sectores más recientes e innovadores relacionados con la bioeconomía, como son la bioindustria y los biocarburantes. Los resultados de éstos últimos clasifican sus cuentas con bajo efecto difusión, lo que implica que todavía no son capaces de producir riqueza mayor a la media de la economía. Además, aunque dentro de los mismos se encuentren los productos de bioelectricidad y madera con un efecto difusión mayor al promedio, su multiplicador es cercano a 4 (Philippidis & Sanjuán, 2018). Por lo tanto, aún continúan

siendo los sectores relacionados con la alimentación en primer lugar, y la biomasa y agricultura, los que generan más riqueza al considerar la bioeconomía.

Fuera de la bioeconomía, destacan principalmente los servicios y la energía con valores sustancialmente superiores al promedio. Además, si se consideran los factores productivos, una inyección de renta dirigida al factor trabajo provoca mayores efectos sobre rentas que si fuera hacia el capital.

Tabla 3.4. Multiplicadores contables netos en la SAM Bioeconomía España 2010

		Efecto Difusión	Efecto Absorción
Agricultura	Cereales	2,894	1,280
	Vegetales	3,432	0,211
	Frutas	3,732	0,275
	Semillas oleaginosas	0,803	0,306
	Plantas oleaginosas	3,406	0,165
	Cultivos industriales	1,574	0,134
	Otros cultivos	4,710	0,789
	Ganadería extensiva y productos	5,092	0,420
	Ganadería intensiva y productos	5,423	0,702
	Otros animales vivos y productos de origen animal	4,897	0,097
	Leche cruda	5,144	0,398
	Pesca	3,126	0,156
Industria Alimentaria	Alimentación animal	3,816	2,145
	Bebidas y tabaco	4,285	0,811
	Carne Roja	4,880	0,296
	Carne Blanca	5,197	0,526
	Aceite de oliva	3,052	0,895
	Aceites vegetales	4,149	0,122
	Lácteos	4,673	2,564
	Procesamiento de arroz	3,804	0,198
	Azúcar	3,451	0,137
	Otros productos alimenticios	4,178	3,114
	Vino	4,054	0,436
Biomasa	Pellet	3,495	0,000
	Cultivos energéticos	4,708	0,001
	Silvicultura	3,957	0,160
Bioenergía	Bioelectricidad	3,944	0,005
	Biocarburantes de 1ª generación	3,074	0,015
	Biocarburantes de 2ª generación	3,446	0,004
Bioindustria	Bioquímicos	2,988	0,277
	Textiles	2,126	0,948
	Productos de la madera	4,020	0,458
No Bioeconomía	Recursos naturales	1,370	3,063
	Manufacturas	4,359	3,467
	Energía	3,078	9,172
	Servicios	4,587	31,620
Trabajo	Trabajo	4,181	16,638
Capital	Capital	2,616	21,038
Instituciones privadas	Hogares	3,183	28,876
	Empresas	0,882	13,865
Promedio		3,645	3,645

Fuente: elaboración propia.

Siguiendo con el análisis de la matriz de multiplicadores M , la suma de las filas nos indica que el multiplicador de absorción no destaca para los sectores de la bioeconomía, además de demostrar valores extremadamente bajos para las cuentas relacionadas con biomasa y bioenergía. Si se considera solo la bioeconomía, los grupos de industria alimentaria y bioindustria son los que cuentan con un impacto de absorción mayor. Dentro de la industria alimentaria, tanto lácteos, alimentación animal, como otros productos alimenticios representan valores del multiplicador mayores a 2, siendo los únicos de las cuentas ligadas a la bioeconomía. Luego, el mayor valor dentro de agricultura se identifica para los cereales y en la bioindustria para los textiles.

Fuera de la bioeconomía, los sectores destacados son el de servicios y manufactura, las instituciones privadas (hogares y empresas) y trabajo y capital. El impacto mayor en las cuentas de trabajo y capital y servicios se entiende ya que este multiplicador analiza el impacto ante el supuesto aumento en todas las demás cuentas de la economía. Por lo tanto, como las mismas forman parte de los insumos de casi todos los sectores, al incrementar cada uno en una unidad, el impacto es mayor. Si se consideran los factores productivos, la cuenta capital tiene un efecto absorción mayor que la cuenta de trabajo.

En el caso de los hogares y empresas, su alto valor se entiende porque son los propietarios de los factores de producción. Por ejemplo, los hogares tienen un multiplicador de 28,876, que indica que al producirse una inyección sobre el conjunto de cuentas de una unidad monetaria, el sector privado aumentará sus niveles de renta en 28,876 unidades monetarias.

3.3.2. Descomposición de multiplicadores

Si solamente se tiene en cuenta la matriz de los multiplicadores contables calculados, solo se pueden conocer las actividades productivas e instituciones que provocan mayores y menores efectos sobre el resto de la economía, y las que más se benefician de estos efectos. Sin embargo, aunque esta información es interesante, no informa sobre los canales por los cuales se producen y transmiten esos efectos.

Para poder obtener el impacto de cada efecto se debe realizar la descomposición de la matriz de multiplicadores planteada en el punto 3.2.2. Posteriormente, con el

Capítulo 3

detalle aditivo de la misma se podrán interpretar mejor los efectos propios netos, efectos cruzados netos y los efectos circulares netos.¹⁵

En las tablas 3.5 y 3.6, se obtienen los resultados del detalle de los multiplicadores de difusión y absorción respectivamente y la suma de su descomposición. También se incluyen los porcentajes que cada efecto neto representa del multiplicador total, permitiendo analizar el peso de cada uno en el multiplicador de cada cuenta. Además, las figuras 3.1 y 3.2 representan gráficamente, para una mejor visualización, el valor de los multiplicadores netos de difusión y absorción respectivamente, con su correspondiente descomposición.¹⁶

Analizando la descomposición del multiplicador del efecto difusión (tabla 3.5 y figura 3.1), destacan principalmente el peso de los efectos circulares y los efectos abiertos representando el 38,7% y 37,9% respectivamente, encontrando valores más bajos para los efectos propios. Lo que demuestra que los efectos propios como consecuencia de las transferencias internas entre un grupo de cuentas responden solo a un porcentaje del efecto total neto de una inyección exógena en las actividades productivas, y que el efecto circular basado en la retroalimentación predomina en la mayoría de los sectores.

En la descomposición de las cuentas relacionadas con la Bioeconomía con efecto difusión superior al promedio, se diferencian dos situaciones concretas. Por un lado, las relacionadas con la ganadería, otros productos de origen animal, leche cruda, alimentación animal, bebidas y tabaco, productos cárnicos, lácteos, otros productos alimenticios, y en menor medida aceites vegetales, arroz, vino y la bioindustria de la madera, distribuyen su impacto multiplicador entre los tres efectos de manera similar. Esto quiere decir que tanto los efectos propios, abiertos como circulares tienen influencia similar en el multiplicador.

Por otro lado, se identifican cuentas pertenecientes a la bioeconomía cuyo efecto difusión es superior el promedio, pero su descomposición se comporta diferente a las mencionadas previamente. Las principales diferencias se observan en el sector de agricultura (otros cultivos y frutas), y los relacionados con la biomasa (cultivos

¹⁵Matriz de multiplicadores contables con descomposición de efectos de forma aditiva:

$$M_{nn} - I = N1 + N2 + N3$$

¹⁶ Las matrices contables de cada efecto están detalladas en el Anexo III (Matrices 2, 3 y 4).

energéticos y silvicultura) y bioelectricidad, cuyos efectos propios son bajos y en algunas destacan por poco los efectos abiertos. Esto quiere decir que la relación intersectorial entre las cuentas es muy baja, y destaca la influencia del trabajo y capital.

Esta situación similar al descomponer el multiplicador se identifica en algunos de los productos con un efecto difusión inferior al promedio de la economía, como los pellet, vegetales, cereales, cultivos industriales y plantas oleaginosas. Sin embargo, para los demás clasificados con un efecto difusión menor que el promedio, como los biocarburantes, y la bioindustria de bioquímicos y textiles, la distribución entre los tres efectos es similar. Para el caso de los factores de trabajo y capital como no existen transferencias internas entre los mismos los efectos propios son nulos. Además, se observa que los efectos abiertos son mayores, principalmente en el capital.

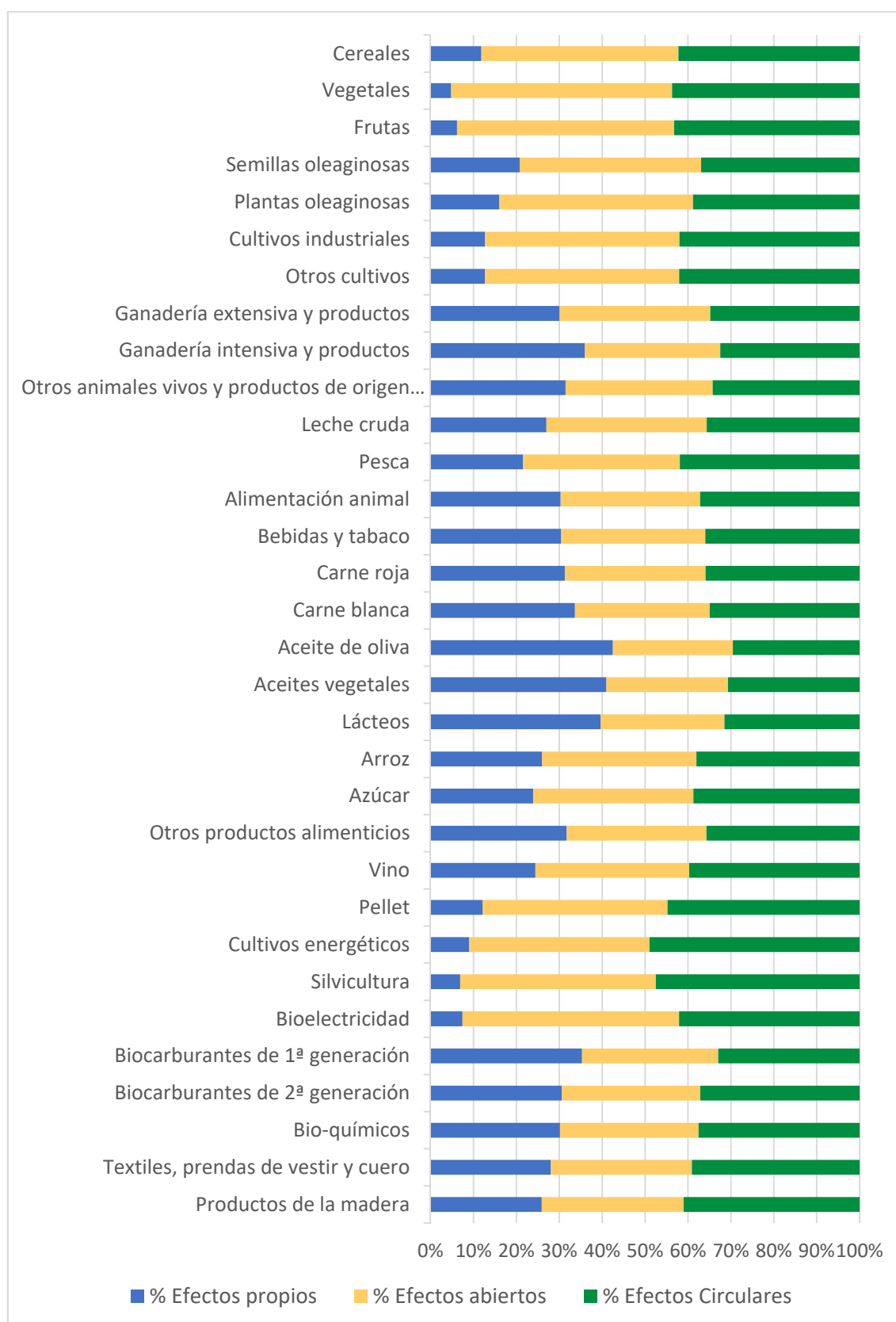
Capítulo 3

Tabla 3.5. Descomposición de los multiplicadores contables netos. Efecto difusión

Sector agregado	Código Producto	Efecto neto total	Efecto propio	Efecto abierto	Efecto circular	% Efecto propio	% Efecto abierto	% Efecto circular
Agricultura	1	2,89	0,34	1,33	1,22	11,9%	45,9%	42,2%
	2	3,43	0,17	1,77	1,50	4,8%	51,5%	43,7%
	3	3,73	0,23	1,89	1,61	6,2%	50,6%	43,2%
	4	0,80	0,17	0,34	0,30	20,8%	42,3%	36,9%
	5	3,41	0,55	1,54	1,32	16,0%	45,1%	38,8%
	6	1,57	0,20	0,71	0,66	12,7%	45,3%	42,0%
	7	4,71	0,60	2,13	1,98	12,7%	45,3%	42,0%
	8	5,09	1,53	1,79	1,77	30,1%	35,1%	34,8%
	9	5,42	1,95	1,71	1,76	35,9%	31,6%	32,5%
	10	4,90	1,54	1,68	1,68	31,5%	34,3%	34,3%
	11	5,14	1,39	1,92	1,83	27,0%	37,4%	35,6%
	12	3,13	0,67	1,14	1,31	21,6%	36,5%	41,9%
Industria Alimentaria	13	3,82	1,16	1,24	1,42	30,3%	32,5%	37,2%
	14	4,29	1,30	1,44	1,54	30,4%	33,7%	35,9%
	15	4,88	1,53	1,60	1,75	31,3%	32,8%	35,9%
	16	5,20	1,75	1,63	1,82	33,7%	31,4%	34,9%
	17	3,05	1,30	0,85	0,90	42,5%	28,0%	29,5%
	18	4,15	1,70	1,18	1,27	41,0%	28,3%	30,7%
	19	4,67	1,85	1,35	1,47	39,6%	28,9%	31,5%
	20	3,80	0,99	1,37	1,45	26,0%	36,0%	38,0%
	21	3,45	0,83	1,29	1,34	23,9%	37,3%	38,7%
	22	4,18	1,33	1,36	1,49	31,7%	32,6%	35,7%
	23	4,05	0,99	1,45	1,61	24,4%	35,9%	39,7%
Biomasa	24	3,49	0,43	1,50	1,56	12,2%	43,0%	44,8%
	25	4,71	0,42	1,98	2,31	9,0%	42,0%	49,0%
	26	3,96	0,27	1,80	1,88	6,9%	45,6%	47,5%
Bioenergía	27	3,94	0,29	1,99	1,66	7,4%	50,5%	42,1%
	28	3,07	1,09	0,98	1,01	35,3%	31,8%	32,9%
	29	3,45	1,05	1,11	1,28	30,6%	32,3%	37,1%
Bioindustria	30	2,99	0,90	0,97	1,12	30,2%	32,3%	37,5%
	31	2,13	0,60	0,70	0,83	28,0%	32,9%	39,1%
	32	4,02	1,04	1,33	1,65	25,9%	33,1%	41,0%
No Bioeconomía	33	1,37	0,60	0,36	0,41	43,5%	26,6%	29,9%
	34	4,36	1,37	1,51	1,48	31,4%	34,6%	34,0%
	35	3,08	0,90	0,99	1,19	29,1%	32,3%	38,5%
	36	4,59	0,73	1,78	2,09	15,8%	38,7%	45,5%
Factores productivos	37	4,18	0,00	2,12	2,06	0,0%	50,7%	49,3%
	38	2,62	0,00	1,61	1,01	0,0%	61,5%	38,5%
Instituciones Privadas	39	3,18	0,05	1,53	1,60	1,6%	48,1%	50,3%
	40	0,88	0,22	0,32	0,34	25,1%	36,6%	38,3%
Promedio						23,3%	37,9%	38,7%

Fuente: elaboración propia.

Figura 3.1. Porcentaje de la descomposición de cada efecto del efecto difusión neto



Fuente: elaboración propia.

Los efectos descompuestos del multiplicador de absorción (tabla 3.6 y figura 3.2) son relevantes para conocer la importancia de los diferentes circuitos de interdependencia que se dan en el proceso al absorber rentas por cada cuenta. Al igual que en el efecto difusión, los resultados finales en porcentaje demuestran que predominan los efectos cruzados y circulares. Sin embargo, analizando en profundidad, se observa que la existencia de los mismos se centra principalmente en los factores productivos y el consumo privado, y que en el resto de las cuentas, con alguna excepción, destacan los efectos propios. Esto conlleva a que el circuito de transferencias internas sea relevante para determinar las rentas absorbidas por cada cuenta.

Para el caso de los factores productivos, vuelve a demostrarse que sus efectos propios son nulos y destaca el efecto cruzado. Este último también es mayor para las instituciones privadas. Además, en la mayoría de los productos relacionados con la bioeconomía, los valores del efecto absorción se centran casi en totalidad en los efectos propios, lo que implica que son sectores cuyos productos son muy demandados por los demás sectores y que por lo tanto, tal como indica su cálculo, ante un aumento en la producción final de cada uno de las cuentas, se incrementará también la demanda de los mismos.

Sin embargo, los vegetales y frutas, la industria cárnica, las bebidas y tabaco, y dentro de la bioenergía los biocarburantes y la bioelectricidad, así como también los textiles y bioquímicos en la bioindustria, distribuyen su efecto absorción entre el impacto propio y circular dada la importancia no solo del consumo intermedio intersectorial sino también del consumo final de los mismos.

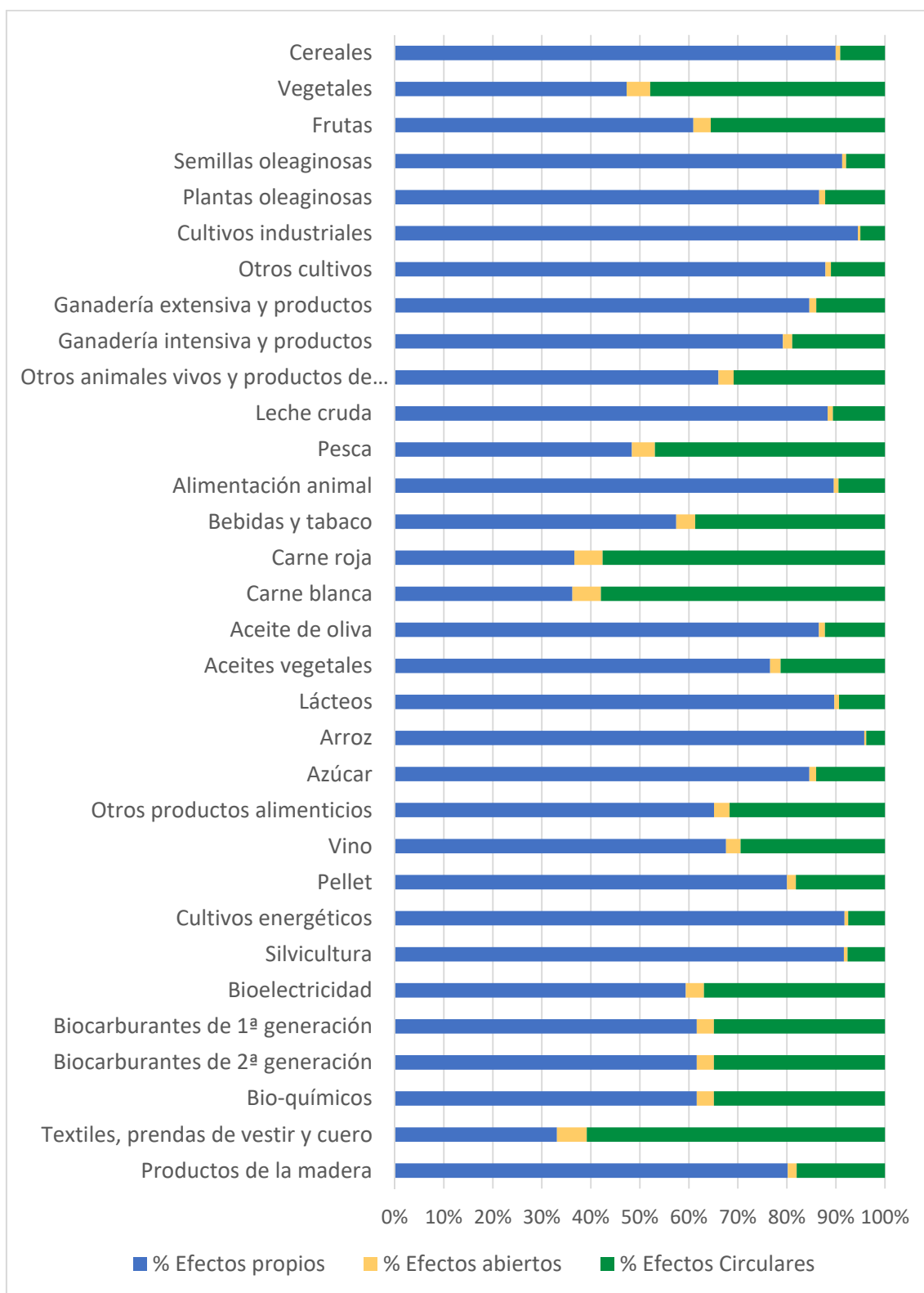
Tabla 3.6. Descomposición de los multiplicadores contables netos. Efecto absorción

Sector agregado	Código Producto	Efecto neto total	Efecto propio	Efecto abierto	Efecto circular	% Efecto propio	% Efecto abierto	% Efecto circular
Agricultura	1	1,280	1,151	0,012	0,117	90,0%	0,9%	9,1%
	2	0,211	0,100	0,010	0,101	47,3%	4,8%	47,9%
	3	0,275	0,168	0,010	0,098	60,9%	3,6%	35,5%
	4	0,306	0,279	0,002	0,024	91,3%	0,8%	7,9%
	5	0,165	0,143	0,002	0,020	86,6%	1,2%	12,2%
	6	0,134	0,127	0,001	0,007	94,5%	0,5%	5,0%
	7	0,789	0,693	0,009	0,087	87,9%	1,1%	11,0%
	8	0,420	0,355	0,006	0,059	84,6%	1,4%	14,0%
	9	0,702	0,556	0,013	0,133	79,2%	1,9%	18,9%
	10	0,097	0,064	0,003	0,030	66,0%	3,1%	30,9%
	11	0,398	0,351	0,004	0,042	88,3%	1,1%	10,6%
	12	0,156	0,075	0,007	0,073	48,4%	4,7%	46,9%
Industria Alimentaria	13	2,145	1,921	0,020	0,203	89,6%	0,9%	9,5%
	14	0,811	0,465	0,031	0,314	57,4%	3,9%	38,7%
	15	0,296	0,108	0,017	0,171	36,6%	5,8%	57,6%
	16	0,526	0,190	0,031	0,305	36,2%	5,8%	57,9%
	17	0,895	0,775	0,011	0,110	86,5%	1,2%	12,2%
	18	0,122	0,093	0,003	0,026	76,6%	2,1%	21,3%
	19	2,564	2,300	0,024	0,240	89,7%	0,9%	9,4%
	20	0,198	0,190	0,001	0,008	95,8%	0,4%	3,8%
	21	0,137	0,116	0,002	0,019	84,6%	1,4%	14,0%
	22	3,114	2,028	0,099	0,986	65,1%	3,2%	31,7%
	23	0,436	0,295	0,013	0,128	67,6%	3,0%	29,4%
Biomasa	24	0,000	0,000	0,000	0,000	80,0%	1,8%	18,1%
	25	0,001	0,001	0,000	0,000	91,8%	0,8%	7,5%
	26	0,160	0,146	0,001	0,012	91,6%	0,8%	7,6%
Bioenergía	27	0,005	0,003	0,000	0,002	59,4%	3,7%	36,9%
	28	0,015	0,010	0,001	0,005	61,6%	3,5%	34,9%
	29	0,004	0,002	0,000	0,001	61,6%	3,5%	34,9%
Bioindustria	30	0,277	0,171	0,010	0,097	61,6%	3,5%	34,9%
	31	0,948	0,314	0,058	0,577	33,1%	6,1%	60,8%
	32	0,458	0,368	0,008	0,083	80,2%	1,8%	18,0%
No Bioeconomía	33	3,063	1,813	0,114	1,135	59,2%	3,7%	37,1%
	34	3,467	2,071	0,127	1,270	59,7%	3,7%	36,6%
	35	9,172	5,158	0,366	3,649	56,2%	4,0%	39,8%
	36	31,620	11,130	1,868	18,623	35,2%	5,9%	58,9%
Factores productivos	37	16,638	0,000	9,528	7,110	0,0%	57,3%	42,7%
	38	21,038	0,000	15,023	6,015	0,0%	71,4%	28,6%
Instituciones Privadas	39	28,876	0,222	18,086	10,568	0,8%	62,6%	36,6%
	40	13,865	0,052	9,780	4,033	0,4%	70,5%	29,1%
Promedio						23,3%	37,9%	38,7%

Fuente: elaboración propia.

Capítulo 3

Figura 3.2. Porcentaje de la descomposición de cada efecto del efecto absorción neto



Fuente: elaboración propia.

3.3.3. Multiplicador de empleo

El multiplicador de empleo está definido como el número de empleos generados en la cuenta analizada, al recibir una inyección exógena unitaria (por millón de euros) y el valor para cada producto de la bioeconomía se representa en la figura 3.3, clasificados por grupo de productos.

Los resultados obtenidos demuestran que los valores más altos se destacan en los grupos de la agricultura y biomasa, dado su intensa necesidad de mano de obra. Dentro de la agricultura destacan los productos asociados al ganado extensivo, cultivos industriales y otros cultivos, plantas oleaginosas y leche cruda. En el caso de la biomasa, tanto con los cultivos energéticos como la silvicultura representan un multiplicador aproximado de 32 puestos de trabajo. Esto indica por ejemplo, que por cada millón de euros (inyección exógena) de incremento en la demanda de cultivos energéticos en el año 2010, se genera en promedio 32 puestos de trabajo en dicho sector en España. En la industria alimentaria, solo los productos carne y arroz cuentan con una capacidad de crear empleo superior a la media. En menor medida también se puede destacar la bioindustria de la madera.

Esto implica que para estas cuentas mencionadas de la bioeconomía, un *shock* exógeno en la demanda impacta en la creación de empleos más que en el promedio. Sin embargo, para los productos considerados como más innovadores en la bioeconomía, por ejemplo bioelectricidad, biocarburantes y bioquímicos (Fuentes, Mainar, & Ferrari, 2017), por cada millón de euro adicional de output, los empleos generados son menores que en promedio. Esto puede deberse a que se caracterizan por una gran necesidad de capital.

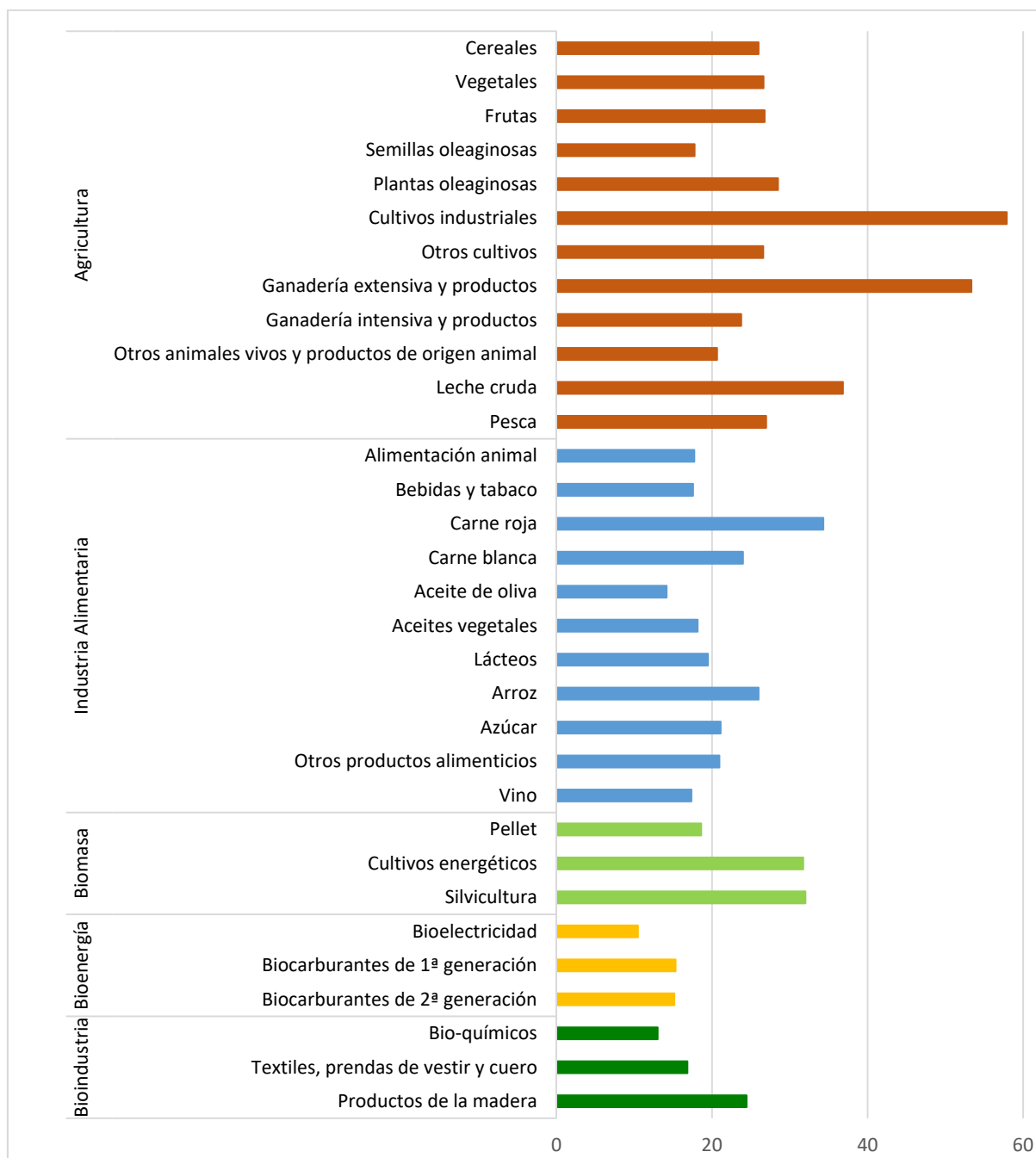
Si comparamos el multiplicador de empleo con los productos agregados con mayor efecto difusión, se observa que dentro de la agricultura, productos como ganadería extensiva, otros cultivos y leche cruda, y dentro de biomasa tanto los cultivos energéticos como la silvicultura, se mantienen con ratios de empleo y producción elevados. Lo mismo sucede para la carne roja dentro de la industria alimentaria.

Sin embargo, las demás cuentas de la misma que destacaban por su efecto difusión, presentan multiplicadores de empleo menores al promedio. Además, dentro del sector agrícola, tanto los vegetales y frutas, plantas oleaginosas y cultivos

Capítulo 3

industriales, representan un multiplicador de producción bajo, pero elevado multiplicador de empleo, debido a la intensidad del factor trabajo necesaria en su producción. En el caso de bioenergía, aunque su multiplicador de producción fuera levemente superior al promedio, el multiplicador de empleo es muy bajo y esto sucede también para los biocarburantes.

Figura 3.3. Generación de empleo por productos de Bioeconomía en España 2010



Fuente: elaboración propia. Números de empleo generados por millón de euros de valor de producción.

Estos resultados implican que a la hora de analizar la aplicación de políticas, la importancia de cada cuenta puede variar dependiendo de si el objetivo se enfoca más en la generación de empleo o en la generación de renta.

Al evaluar este multiplicador, es necesario considerar que los resultados no tienen en cuenta otro tipo de variables socio-económicas, como por ejemplo la calidad del empleo. Además, su utilidad se refleja en indicar el potencial de empleo para los productos analizados, sin tener que interpretarlo como un pronóstico exacto sobre creación de empleo (Philippidis et al., 2014a).

3.3.4. Análisis del sector exterior

A la hora de establecer políticas que fomenten los sectores de la bioeconomía, se debe conocer la influencia que tiene el sector exterior sobre la economía. En este apartado, se opta por utilizar las metodologías que se han explicado en el apartado 3.2.4, para analizar el sector exterior para la matriz española de Bioeconomía 2010. El objetivo principal es captar cuál es la influencia del sector exterior en la generación de rentas de la economía española, y en concreto teniendo en cuenta el detalle de los productos pertenecientes a la bioeconomía.

3.3.4.1. Análisis con descomposición de multiplicadores

Al aplicar el modelo SAM lineal con el sector exterior endógeno, se parte de una matriz de coeficientes $\ddot{A}_{(n+1 \times n+1)}$ que se divide separando el sector exterior, para obtener una matriz de multiplicadores $\ddot{M}_{(n+1 \times n+1)}$. Esta matriz contiene 41 cuentas endógenas ya que incluye dentro de las mismas a una cuenta que representa el sector exterior. Con esta matriz, es posible analizar los efectos sobre el consumo y la producción cuando las cuentas endógenas antes mencionadas reciben inyecciones exógenas. Esta última se obtiene descompuesta en tres efectos, de los cuáles solo se considerarán para este análisis, los efectos propios y abiertos (\ddot{N}_1 y \ddot{N}_2).

En la tabla 3.7, se muestran los resultados obtenidos para todos los productos del efecto difusión y el efecto absorción, para \ddot{N}_1 y \ddot{N}_2 que representan los efectos propios de la economía interna y la contribución inducida del sector exterior, respectivamente (Fuentes et al., 2015). \ddot{N}_1 refleja los efectos del flujo circular de

Capítulo 3

ingresos con el supuesto tradicional de cuentas endógenas y \ddot{N}_2 permite identificar la contribución del sector exterior en el proceso de generación de ingresos dentro de la economía. Esto implica, que al endogenizar el sector exterior, el multiplicador siempre será mayor porque se agrega el valor de \ddot{N}_2 . No obstante, lo que se debe prestar atención es a la variación del mismo, y si este provoca un cambio significativo en la importancia del multiplicador. Por esta razón, las últimas dos columnas de la tabla permiten comparar cómo varía el multiplicador al considerar el sector exterior como endógeno, ya que muestra la proporción que representa el multiplicador con el nuevo supuesto del sector exterior sobre la situación sin el mismo, con el fin de poder analizar los casos de gran influencia del mismo. Además, en el Anexo III, las matrices 5 y 6 representan los valores obtenidos para \ddot{N}_1 y \ddot{N}_2 respectivamente.

Considerando el efecto difusión, para \ddot{N}_1 destacan los sectores mencionados en el análisis del punto 3.3.1. En el cual la mayoría de las cuentas pertenecientes al sector de la industria alimentaria, tienen un multiplicador de difusión por encima del promedio, así como también las relacionadas con la industria cárnica y lechera dentro de la agricultura, y el sector forestal y de cultivos energéticos y la madera. Otras cuentas de la bioeconomía como los biocarburantes y los bioquímicos tienen valores inferiores al promedio.

Con los resultados de \ddot{N}_2 , se puede observar el efecto del sector exterior en el proceso de generación de rentas. El análisis del mismo demuestra los valores máximos para los productos de la bioeconomía dentro de la bioenergía como los biocarburantes, o de la bioindustria como los bioquímicos, y textiles, y dentro de agricultura para semillas oleaginosas y cultivos industriales. Fuera de la bioeconomía destaca la cuenta recursos naturales y manufacturas. Los valores más bajos se observan para los servicios, la bioelectricidad, cultivos energéticos, silvicultura y plantas oleaginosas.

Comparando ambos efectos, se destaca que aquellos productos cuyo efecto propio no es significativo, por ejemplo los biocarburantes, son en su mayoría, los que contienen los valores del efecto abierto más elevados. Lo que implica que al aumentar su producción debido a un incremento en la demanda, el impacto estará ligado a un aumento en el sector exterior de los mismos.

El análisis de los porcentajes de la columna 5 de la tabla 3.7, cuantifica en cuánto aumenta el multiplicador al considerar el sector exterior, demostrando un incremento

de aproximadamente un 17,1% en promedio. Este aumento surge debido a que el proceso de creación de rentas incluye ahora los vínculos que existen entre la renta de los sectores y la demanda de importaciones. Sin embargo, si se analiza esta columna para cada cuenta, se observa que destacan las mencionadas previamente por contar con un incremento del efecto multiplicador al incluir el sector exterior de más del 20% y en algunos casos más del 50%.

En el análisis del efecto absorción, tanto para \ddot{N}_1 como \ddot{N}_2 , los valores son realmente bajos y principalmente importantes en las cuentas clasificadas fuera de la bioeconomía, destacando servicios y manufactura. Si se considera el promedio de las cuentas de productos dentro de la bioeconomía, destacan por encima del mismo por ejemplo los textiles, otros productos alimenticios o bioquímicos.

La última columna de la tabla indica cómo aumenta el efecto absorción al incluir los efectos del sector exterior dentro del multiplicador, con relación al supuesto tradicional. El efecto absorción en promedio total solamente se incrementa un 2,3%, destacando principalmente dentro de la bioeconomía para los biocarburantes, bioquímicos, textiles, vegetales y frutas, lo que indica que existe una mayor incidencia del sector exterior en estos sectores, que se benefician de aumentos exógenos en las exportaciones (Fuentes et al., 2015).

Tabla 3.7. Efectos multiplicadores netos de difusión y absorción (con el sector exterior endógeno)

Sector agregado	Código Producto	Efecto difusión neto		Efecto absorción neto		% \ddot{N}_2 / \ddot{N}_1	
		\ddot{N}_1	\ddot{N}_2	\ddot{N}_1	\ddot{N}_2	Difusión	Absorción
Agricultura	1	2,894	0,595	1,280	0,006	20,5%	0,5%
	2	3,432	0,425	0,211	0,017	12,4%	7,9%
	3	3,732	0,390	0,275	0,016	10,4%	5,9%
	4	0,803	0,872	0,306	0,002	108,6%	0,6%
	5	3,406	0,255	0,165	0,001	7,5%	0,7%
	6	1,574	0,683	0,134	0,001	43,4%	0,4%
	7	4,710	0,394	0,789	0,006	8,4%	0,7%
	8	5,092	0,487	0,420	0,004	9,6%	1,0%
	9	5,423	0,517	0,702	0,008	9,5%	1,2%
	10	4,897	0,474	0,097	0,001	9,7%	1,3%
	11	5,144	0,417	0,398	0,002	8,1%	0,6%
	12	3,126	0,578	0,156	0,004	18,5%	2,4%
Industria Alimentaria	13	3,816	0,534	2,145	0,017	14,0%	0,8%
	14	4,285	0,478	0,811	0,015	11,1%	1,9%
	15	4,880	0,451	0,296	0,011	9,2%	3,8%
	16	5,197	0,442	0,526	0,017	8,5%	3,3%
	17	3,052	0,662	0,895	0,008	21,7%	0,9%
	18	4,149	0,570	0,122	0,003	13,7%	2,4%
	19	4,673	0,513	2,564	0,012	11,0%	0,5%
	20	3,804	0,513	0,198	0,001	13,5%	0,6%
	21	3,451	0,518	0,137	0,001	15,0%	0,7%
	22	4,178	0,512	3,114	0,048	12,3%	1,5%
	23	4,054	0,449	0,436	0,011	11,1%	2,6%
Biomasa	24	3,495	0,457	0,000	0,000	13,1%	2,1%
	25	4,708	0,251	0,001	0,000	5,3%	1,0%
	26	3,957	0,317	0,160	0,001	8,0%	0,9%
Bioenergía	27	3,944	0,235	0,005	0,000	6,0%	2,1%
	28	3,074	0,663	0,015	0,001	21,6%	5,7%
	29	3,446	0,567	0,004	0,000	16,5%	5,7%
Bioindustria	30	2,988	0,630	0,277	0,016	21,1%	5,7%
	31	2,126	0,736	0,948	0,047	34,6%	5,0%
	32	4,020	0,492	0,458	0,009	12,2%	2,1%
No Bioeconomía	33	1,370	0,852	3,063	0,105	62,2%	3,4%
	34	4,359	0,418	3,467	0,074	9,6%	2,1%
	35	3,078	0,620	9,172	0,586	20,2%	6,4%
	36	4,587	0,308	31,620	0,993	6,7%	3,1%
	Promedio (cuentas productos)	3,798	0,502	0,564	0,009	17,1%	2,3%

Fuente: elaboración propia.

3.3.4.2. Análisis con el efecto de las importaciones endógeno

Continuando con el análisis del sector exterior, se aplica la segunda metodología detallada en el apartado 3.2.4.2, que consiste principalmente en endogenizar las importaciones manteniendo las exportaciones exógenas. Los resultados se presentan en la tabla 3.8, dónde también se aprecia por columnas los valores obtenidos del efecto difusión considerando cada metodología. Esta tabla permitirá comparar fácilmente los efectos que se dan debido a un *shock* exógeno unitario de demanda final en cualquiera de las cuentas endógenas para cada metodología aplicada. La matriz de multiplicadores $(I - A_{nn}^* + H_{nn}^*)^{-1}$ se presenta dentro del Anexo III de este capítulo (matriz 7).

La tabla 3.8 contiene en la primera columna de valores, los multiplicadores de difusión considerando el sector exterior exógeno.¹⁷ Las siguientes tres columnas, representan diferentes metodologías basadas en incluir el sector exterior como cuenta endógena. Primero, los multiplicadores totales obtenidos al endogenizar el sector exterior sin considerar ninguna medida para corregir su resultado. La siguiente columna representa la aplicación de la descomposición del multiplicador para evitar el efecto retroalimentación, y por último la metodología alternativa calculada en este apartado que se enfoca en considerar como endógenas solo las importaciones. Las columnas de la siguiente parte la tabla, detallan para cada metodología aplicada, la posición que ocupan las cuentas analizadas según su multiplicador.

Los resultados obtenidos reflejados en la columna 2 de la tabla comparados con la columna 3 o 4, demuestran la importancia de aplicar alguna metodología que permita analizar los efectos de endogenizar el sector exterior sin tener en cuenta la sobrevaloración de los multiplicadores por el efecto retroalimentación.

Esto se puede apreciar claramente considerando también las últimas columnas de la tabla 3.8, donde se detalla la posición de cada cuenta según el multiplicador. Considerando la situación inicial donde el sector exterior es exógeno y las dos metodologías planteadas, se aprecia que la distribución obtenida es similar (columnas 5, 7 y 8) (Fuentes et al., 2017). Además, si bien se identifican ciertos cambios de posición en algunas de las cuentas debido a la influencia del sector exterior, no son tan bruscos

¹⁷ A efectos de numerar las columnas, no se cuenta la primera que contiene los códigos de producto. Por lo tanto se entiende como primera columna la denominada "Sector exterior exógeno".

Capítulo 3

como sucede al no eliminar la sobrevaloración del multiplicador (columna 6). Por ejemplo, se aprecia claramente para las cuentas aceite de oliva (17) o biocarburantes de 1ª generación (28), en las cuales el efecto multiplicador sin corregir es tan elevado que provoca una mejor posición de las mismas en la posición total.

Este análisis es una forma de poder explicar la relevancia que tiene el sector exterior para la economía en general y para cada sector específicamente. Permite apreciar que para ciertas cuentas son las relaciones comerciales con el exterior las que provocan sus efectos expansivos sobre el resto de la economía. Las cuentas cuya producción proviene principalmente desde el exterior, son más sensibles a los cambios del multiplicador al incluir el efecto de las importaciones. Por ejemplo, productos como los textiles (31) y biocarburantes (28 y 29) que son dependientes de la producción extranjera, cuando se endogenizan las importaciones, el efecto multiplicador de los mismos se reduce a su efecto interno, que en estos casos es muy pequeño y se aprecia claramente en la columna 4.

Los resultados obtenidos con esta metodología muestran consistencia en relación con la metodología de descomposición analizada previamente, destacando aquellos productos cuya producción proviene principalmente del exterior. Gracias a ambas, se puede observar que existe una clara influencia del sector exterior como elemento para incrementar el efecto difusión en alguna de las cuentas de la bioeconomía.

La validez de los métodos propuestos queda demostrada en la obtención de multiplicadores más reales representados en las columnas 3 y 4, y en las posiciones que representan cada uno indicadas en las columnas 7 y 8, de la tabla 3.8. Además, los mismos autores Mainar et al. (2012) y Fuentes et al. (2017), establecen que los resultados obtenidos por esta metodología alternativa, donde los multiplicadores se obtienen considerando solo la endogenización de las importaciones aplicada directamente, permiten obtener valores más precisos y generan distribuciones mejor ajustadas de las cuentas con mayor potencial de crecimiento en la economía

Este estudio se considera una primera aproximación para poder conocer y cuantificar la importancia e influencia del sector exterior en la generación de rentas de la economía, pero se puede profundizar con la inclusión de datos que amplíen el detalle del mismo (Fuentes et al., 2015).

Tabla 3.8. Efecto multiplicador de difusión y posición de cada cuenta según diferentes metodologías que incluyen el sector exterior como endógeno

Código producto	Multiplicador de difusión				Posición de cada producto según el multiplicador de difusión			
	Sector exterior exógeno	Sector exterior endógeno			Sector exterior exógeno	Sector exterior endógeno		
	$(I - A)^{-1}$	$(I - \check{A})^{-1}$	$\check{N}_1 + \check{N}_2 + I$	$(I - A^* + H^*)^{-1}$	$(I - A)^{-1}$	$(I - \check{A})^{-1}$	$\check{N}_1 + \check{N}_2 + I$	$(I - A^* + H^*)^{-1}$
1	3,89	8,62	4,49	3,30	32	25	32	32
2	4,43	7,82	4,86	4,01	25	32	25	24
3	4,73	7,83	5,12	4,34	21	31	21	19
4	1,80	8,74	2,67	0,93	36	22	36	36
5	4,41	6,44	4,66	4,15	26	36	30	22
6	2,57	8,00	3,26	1,89	34	30	34	34
7	5,71	8,84	6,10	5,32	7	21	8	8
8	6,09	9,97	6,58	5,61	4	2	3	4
9	6,42	10,54	6,94	5,91	1	1	1	1
10	5,90	9,66	6,37	5,42	5	6	5	7
11	6,14	9,46	6,56	5,73	3	8	4	3
12	4,13	8,73	4,70	3,55	27	23	28	27
13	4,82	9,07	5,35	4,28	19	14	17	21
14	5,29	9,09	5,76	4,81	12	13	12	12
15	5,88	9,47	6,33	5,43	6	7	6	6
16	6,20	9,72	6,64	5,75	2	4	2	2
17	4,05	9,31	4,71	3,39	30	10	27	30
18	5,15	9,69	5,72	4,58	14	5	13	17
19	5,67	9,76	6,19	5,16	9	3	7	10
20	4,80	8,89	5,32	4,29	20	20	18	20
21	4,45	8,57	4,97	3,93	23	27	23	25
22	5,18	9,25	5,69	4,67	13	11	14	14
23	5,05	8,62	5,50	4,61	15	26	16	16
24	4,49	8,13	4,95	4,04	22	28	24	23
25	5,71	7,70	5,96	5,46	8	33	9	5
26	4,96	7,48	5,27	4,64	17	34	19	15
27	4,94	6,82	5,18	4,71	18	35	20	13
28	4,07	9,35	4,74	3,41	29	9	26	29
29	4,45	8,96	5,01	3,88	24	18	22	26
30	3,99	9,00	4,62	3,36	31	16	31	31
31	3,13	8,98	3,86	2,39	33	17	33	33
32	5,02	8,94	5,51	4,53	16	19	15	18
33	2,37	9,15	3,22	1,52	35	12	35	35
34	5,36	8,69	5,78	4,94	11	24	11	11
35	4,08	9,01	4,70	3,46	28	15	29	28
36	5,59	8,04	5,90	5,28	10	29	10	9

Fuente: elaboración propia.

3.4. Conclusiones

La aplicación empírica para la bioeconomía se basa en el cálculo de los efectos de difusión y absorción, y la descomposición de los multiplicadores, así como también el cálculo del multiplicador de empleo. Por último, se analiza la influencia del sector exterior mediante dos metodologías que permiten incluirlo dentro de las cuentas endógenas.

El análisis de los multiplicadores es clave para poder entender los vínculos económicos que existen entre los sectores de la bioeconomía y el resto de la economía española. Esto implica, que los resultados obtenidos nos permiten conocer las principales cuentas dentro de la bioeconomía en España y su capacidad para estimular la producción y el empleo. Este tipo de análisis se considera una herramienta útil especialmente para *policy makers*, con el fin de ayudar en sus planes e inversiones en la bioeconomía española.

El cálculo del efecto difusión, pone en evidencia la importancia de varios productos de la bioeconomía a la hora de demandar insumos de otros productos para su propia producción. En general, los resultados demuestran la importancia de productos como otros cultivos, ganadería extensiva, intensiva y otros productos de origen animal, leche cruda, bebidas y tabaco, carne roja y blanca, lácteos, otros productos alimenticios, aceites vegetales, vino, cultivos energéticos y productos de madera. Esto indica que considerando la agrupación de los mismos, destaca por encima del promedio la industria alimentaria, biomasa y agricultura. No obstante, dentro de los mismos, las cuentas identificadas con mayor valor de multiplicador de difusión (superiores a 5) están en la agricultura y la industria alimentaria. La relevancia de ambos, puede ser explicada por el gran consumo de insumos que son necesarios para cumplir ciertos estándares (tanto por la necesidad de producción como por exigencias legales) (Philippidis et al., 2014a).

A su vez, la importancia de los mismos demuestra que la bioeconomía española aún sigue enfocada en los sectores bioeconómicos puros tradicionales de agricultura, biomasa y alimentación. Observando un menor impacto en aquellos productos que tradicionalmente no formaban parte de la bioeconomía, pero que sin embargo, mediante el desarrollo tecnológico y la innovación cuentan con su parte de productos

de basa biológica. Estos últimos, son por ejemplo, productos clasificados dentro de la bioindustria y la bioenergía, que cuentan con un efecto difusión bajo para la mayoría de sus cuentas.

Tanto la descomposición de los multiplicadores, como el posterior análisis del multiplicador de empleo, demuestran que la generación de empleo destaca para los grupos de la agricultura y biomasa, dado su intensa necesidad de mano de obra. Sin embargo, para los productos considerados como más recientes en la bioeconomía, incluidos dentro de los grupos mencionados previamente, por ejemplo bioelectricidad, biocarburantes y bioquímicos, los empleos generados son bajos, lo que puede deberse a que se caracterizan por una gran necesidad de capital. Esto demuestra que la bioeconomía en España aún no ha desarrollado su potencial para generar riqueza y empleo, principalmente cuando se enfoca en los sectores más innovadores de la misma.

Algunas de las conclusiones obtenidas están en línea con resultados analizados previamente con metodologías similares tanto para la Unión Europea, como para países miembros (Fuentes, Mainar, & Ferrari, 2017; Mainar, 2019; Philippidis & Sanjuán, 2018).

En el caso del efecto absorción, los valores bajos pueden deberse a las características de varios productos de la bioeconomía que pueden tener poca salida como suministros de otros. Debido a que se trata de productos casi sin procesar que necesitan menos de los demás sectores para procesar y distribuir una unidad de producto para los usuarios finales (Mainar et al., 2017; Philippidis et al., 2014b).

Sin embargo, la descomposición de este multiplicador permite observar también que en algunos casos (por ejemplo dentro de industria alimentaria, bioenergía o la bioindustria), destaca la demanda final principalmente de los hogares y las exportaciones. Esto también queda reflejado considerando el efecto absorción calculado al incluir el sector exterior como endógeno.

La importancia del análisis de la influencia del sector exterior destaca principalmente para el multiplicador de difusión. Al incluir el estudio de dicho sector, se provoca un incremento del multiplicador enfocado principalmente en las cuentas dentro de la bioenergía, como los biocarburantes, o de la bioindustria, como los bioquímicos, y textiles, y dentro de agricultura las semillas oleaginosas y los cultivos industriales. Estas cuentas contaban con un bajo efecto multiplicador sin considerar la influencia del sector

Capítulo 3

exterior, lo que refleja la importancia de esta metodología para considerar la dependencia del exterior a la hora de analizar cada sector.

Este trabajo concluye además, que las cuentas que pueden tener su proporción de productos de base biológica, como por ejemplo bioelectricidad y cultivos energéticos demuestran poco valor comparando la oferta total de la economía española. Lo que probablemente sea consecuencia por ser productos de innovación más reciente, faltando aún la penetración en el mercado de los mismos. Esto es una clara conclusión que ya pusieron de manifiesto otras investigaciones (Fuentes, Mainar, & Ferrari, 2017; Loizou et al., 2019; Wen et al., 2019).

Este estudio muestra que algunos sectores de la bioeconomía son fundamentales para activar la bioeconomía en España, lo que brinda la posibilidad de analizar posibles políticas dirigidas a aquellas cuentas relevantes de la bioeconomía.

Es necesario también considerar las limitaciones que presenta esta investigación debido a la utilización del modelo lineal que fueron mencionadas previamente y debido a la base de datos detalladas en el capítulo 2. A su vez, el análisis de los multiplicadores de empleo no permite profundizar en la calidad de cada uno (Fuentes, Mainar, & Ferrari, 2017). Además, los resultados se basan en un análisis socioeconómico, que no considera variables sobre el impacto ambiental de la bioeconomía, siendo las mismas también necesarias para analizar la sostenibilidad y poder realizar recomendaciones políticas completas.

Finalmente, aunque se trate de los últimos datos publicados en 2018, el año de análisis se realiza con la matriz correspondiente al año 2010. Esto implica que los resultados pueden estar infravalorados con respecto a los que se obtendrían con datos más actuales, debido a que la importancia del tema de la bioeconomía ha aumentado sustancialmente en los últimos años.

Por lo tanto, los resultados obtenidos deben ser interpretados con cautela, debido a las limitaciones mencionadas. Se espera se publiquen a la brevedad datos más recientes para poder aplicar esta metodología, y realizar una comparación de los mismos, con el fin de analizar la evolución de los sectores de la bioeconomía en España.

Referencias

- Becerril, J., & Albornoz, L. (2010). Respuestas y opciones de los productores de subsistencia a las señales de política pública ambiental: Un enfoque de análisis multisectorial. *Problemas Del Desarrollo*, 41(162), 85–102.
- Çağatay, S., Taşdoğan, C., & Özeş, R. (2017). Analysing the impact of targeted bio-ethanol blending ratio in Turkey. *Bio-Based and Applied Economics*, 6(2), 209–227. <https://doi.org/10.13128/BAE-16395>
- Cámara, Á., Flores, M., & Fuentes, P. (2013). Una Matriz de Contabilidad Social de España para el análisis del sector de las energías renovables. *Estadística Española*, 55(181), 149–176.
- Cansino, J., Cardenete, M. A., Ordóñez, M., & Román, R. (2012). Economic analysis of greenhouse gas emissions in the Spanish economy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(8), 6032–6039. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.06.033>
- Cansino, J., Cardenete, M. A., Ordóñez, M., & Román, R. (2013). Análisis de sectores clave de la economía española a partir de la Matriz de Contabilidad Social de España 2007. *Estudios de Economía Aplicada*, 31(2), 18–34. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30128236018>
- Cardenete, M. A. (2011). Análisis comparativo de sectores clave desde una perspectiva regional a través de matrices de contabilidad social: Enfoques alternativos. *Revista de Métodos Cuantitativos Para La Economía y La Empresa*, 12(1), 39–64. <https://www.upo.es/revistas/index.php/RevMetCuant/article/view/2104>
- Cardenete, M. A., Boulanger, P., Delgado, M. C., Ferrari, E., & M'Barek, R. (2012, June). *The agri-food and other bio-based sectors in Spain. A description based on multiplier analysis*. 1st AIEAA Conference-Towards a Sustainable Bio-Economy: Economic Issues and Policy Challenges, Trento, Italy. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.124384>
- Cardenete, M. A., Boulanger, P., Delgado, M. C., Ferrari, E., & M'Barek, R. (2014). Agri-food and bio-based analysis in the Spanish economy using a key sector approach. *Review of Urban and Regional Development Studies*, 26(2), 112–134. <https://doi.org/10.1111/rurd.12022>
- Cardenete, M. A., Fuentes, P., & Mainar, A. (2011). *Influencia del sector exterior en el proceso de generación de rentas de la economía española mediante un análisis multisectorial*. Escuela de Organización Industrial. http://www.macardenete.com/wp-content/uploads/2010/08/Exp_2010.pdf
- Cardenete, M. A., Fuentes, P., Mainar, A., & Rodríguez, M. C. (2015). Análisis y explotación mediante modelos económicos multisectoriales de la matriz de contabilidad social de Andalucía para 2008. *Regional and Sectoral Economic Studies*, 15(1), 153–168. <https://hdl.handle.net/11441/83521>
- Cardenete, M. A., Fuentes, P., & Polo, C. (2008). Análisis de intensidades energéticas y emisiones de CO2 a partir de la matriz de contabilidad social de Andalucía del año 2000. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 8(2), 31. <https://doi.org/10.7201/earn.2008.02.02>

- Cardenete, M. A., Fuentes, P., & Polo, C. (2010). Sectores clave de la economía andaluza a partir de la matriz de contabilidad social regional para el año 2000. *Revista de Estudios Regionales*, 88, 15–44. <https://www.redalyc.org/pdf/755/75515627001>
- Cardenete, M. A., Fuentes, P., & Polo, C. (2012). Energy Intensities and Carbon Dioxide Emissions in a Social Accounting Matrix Model of the Andalusian Economy. *Journal of Industrial Ecology*, 16(3), 378–386. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2012.00457.x>
- Cardenete, M. A., Llanes, G., Lima, M. C., & Rodriguez, M. C. (2009). Detection of Key Sectors By Using Social Accounting Matrices. *Journal of Applied Input-Output Analysis*, 13, 83-91.
- Cardenete, M. A., & López-Cabaco, R. (2018). How modes of transport perform differently in the economy of Andalusia. *Transport Policy*, 66, 9–16. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.02.015>
- Cardenete, M. A., & Sancho, F. (2003). Evaluación de multiplicadores contables en el marco de una matriz de contabilidad social regional. *Investigaciones Regionales*, 2, 121–139. <https://www.redalyc.org/pdf/289/28900206>
- Civardi, M., Pansini, R., & Targetti Lenti, R. (2010). Extensions to the multiplier decomposition approach in a SAM framework: An application to Vietnam. *Economic Systems Research*, 22(2), 111–128. <https://doi.org/10.1080/09535314.2010.483224>
- D'Amato, D., Droste, N., Allen, B., Kettunen, M., Lähtinen, K., Korhonen, J., Leskinen, P., Matthies, B., & Toppinen, A. (2017). Green, circular, bio economy: A comparative analysis of sustainability avenues. *Journal of Cleaner Production*, 168, 716–734. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.053>
- de Miguel, F., & Manresa, A. (2004). Modelos SAM lineales y distribución de renta: una aplicación para la economía extremeña. *Estudios de Economía Aplicada*, 22(3), 577–604.
- de Miguel, F., Manresa, A., & Ramajo-Hernández, J. (1998). Matriz de contabilidad social y multiplicadores contables: una aplicación para Extremadura. *Estadística Española*, 40(143), 195–232.
- de Miguel, F., & Perez-Mayo, J. (2010). Poverty reduction and sam multipliers: An evaluation of public policies in a regional framework. *European Planning Studies*, 18(3), 449–466. <https://doi.org/10.1080/09654310903497751>
- Defourny, J., & Thorbecke, E. (1984). Structural Path Analysis and Multiplier Decomposition within a Social Accounting Matrix Framework. *The Economic Journal*, 94(373), 111–136. <https://doi.org/10.2307/2232220>
- Duarte, R., Mainar, A., & Sánchez-Chóliz, J. (2010). The impact of household consumption patterns on emissions in Spain. *Energy Economics*, 32(1), 176–185. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2009.08.007>
- Duarte, R., Mainar, A., & Sánchez-Chóliz, J. (2012). Social groups and CO 2 emissions in Spanish households. *Energy Policy*, 44, 441–450. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.02.020>

- Duarte, R., Mainar, A., & Sánchez-Chóliz, J. (2017). Domestic GHG emissions and the responsibility of households in Spain: looking for regional differences. *Applied Economics*, 49(53), 5397–5411. <https://doi.org/10.1080/00036846.2017.1307933>
- Ferreira Gregorio, V., Pié, L., & Terceño, A. (2018). A systematic literature review of bio, green and circular economy trends in publications in the field of economics and business management. *Sustainability (Switzerland)*, 10(11). <https://doi.org/10.3390/su10114232>
- Ferri, J., & Uriel, E. (2000). Multiplicadores contables y análisis estructural en la matriz de contabilidad social. Una aplicación al caso Español. *Investigaciones Económicas*, 24(2), 419–453.
- Flores, M., & Mainar, A. (2010). Análisis del impacto medioambiental derivado de las actividades económicas. Aplicación a una economía regional. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 10(2), 3. <https://doi.org/10.7201/earn.2010.02.01>
- Fuentes, P., Mainar, A., & Cardenete, M. A. (2015). Análisis multisectorial del papel del sector exterior en la economía española. *Investigacion Económica*, 74(294), 135–153. <https://doi.org/10.1016/j.inveco.2015.11.004>
- Fuentes, P., Mainar, A., & Cardenete, M. A. (2017). Analysis of the Foreign Sector as an Endogenous Variable in SAM Linear Models: An Empirical Proposal. *Estudios de Economía Aplicada*, 35(3), 737–748. <https://doi.org/10.25115/eea.v35i3.2505>
- Fuentes, P., Mainar, A., & Ferrari, E. (2017). The role of bioeconomy sectors and natural resources in EU economies: A social accounting matrix-based analysis approach. *Sustainability (Switzerland)*, 9(12). <https://doi.org/10.3390/su9122383>
- Holland, D., & Wyeth, P. (1993). *SAM Multipliers: Their Decomposition, Interpretation and Relationship to Input-Output Multipliers* (Research Bulletin XB1027). Washington State University. https://pdfs.semanticscholar.org/f4d0/51587962c6a22b00aa26e1f781902d596b2e.pdf?_ga=2.204517904.1255525755.1573837901-1077116204.1529012429
- Lainez, M., González, J., Aguilar, A., & Vela, C. (2018). Spanish strategy on bioeconomy: Towards a knowledge based sustainable innovation. *New Biotechnology*, 40, 87–95. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.05.006>
- Llop, M., & Manresa, A. (1999). Análisis de la economía de Cataluña (1994) a través de una Matriz de Contabilidad Social. *Estadística Española*, 41(144), 241–268.
- Llop, M., & Manresa, A. (2003). *Análisis de multiplicadores lineales en una economía regional abierta* (Working paper No E2003/21). Fundación Centro de Estudios Andaluces. https://econpapers.repec.org/paper/ceadoctra/e2003_5f21.htm
- Llop, M., & Manresa, A. (2004). Income distribution in a regional economy: A SAM model. *Journal of Policy Modeling*, 26(6), 689–702. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2004.04.012>
- Llop, M., & Manresa, A. (2007). Analysis of linear multipliers in an open regional economy. *Regional Studies*, 41(4), 421–428. <https://doi.org/10.1080/00343400701281824>

Capítulo 3

- Llop, M., & Manresa, A. (2014). Comparing the aggregation bias in the input-output model and the social accounting matrix model. *Applied Economics Letters*, 21(11), 795–800. <https://doi.org/10.1080/13504851.2014.892189>
- Llop, M., & Pié, L. (2011). Decomposition of Emission Multipliers in a National Accounting Matrix Including Environmental Accounts: The Case of Catalonia. *Journal of Industrial Ecology*, 15(2), 206–216. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2010.00324.x>
- Loizou, E., Jurga, P., Rozakis, S., & Faber, A. (2019). Assessing the potentials of bioeconomy sectors in Poland employing input-output modeling. *Sustainability (Switzerland)*, 11(3), 1–12. <https://doi.org/10.3390/su11030594>
- Mainar, A. (2019). Análisis de los sectores de Bioeconomía a través de matrices de contabilidad social específicas (BioSAMs): el caso de España. *Investigaciones Regionales*, 3(45), 273–282.
- Mainar, A., & Flores, M. (2013). Análisis de una economía regional a partir de modelos multisectoriales la matriz de contabilidad social de Aragón 2005. *Regional and Sectoral Economic Studies*, 13(1), 143–161. <https://hdl.handle.net/11441/83521>
- Mainar, A., Fuentes, P., & Cardenete, M. A. (2012). Endogenization of the “rest of the world” account in SAM linear models: An approach based on Miyazawa. *Applied Economics Letters*, 19(17), 1723–1726. <https://doi.org/10.1080/13504851.2012.667535>
- Mainar, A., Philippidis, G., & Sanjuán, A. I. (2017). *Analysis of structural patterns in highly disaggregated bioeconomy sectors by EU Member States using SAM/IO multipliers* (JRC Technical Reports). European Commission-Joint Research Centre. <https://doi.org/10.2760/822918>
- Philippidis, G., & Sanjuán, A. I. (2018). A Re-Examination of the Structural Diversity of Biobased Activities and Regions across the EU. *Sustainability (Switzerland)*, 10(11), 4325. <https://doi.org/10.3390/su10114325>
- Philippidis, G., Sanjuán, A. I., Ferrari, E., & M'Barek, R. (2014a). Employing social accounting matrix multipliers to profile the bioeconomy in the EU member states: Is there a structural pattern? *Spanish Journal of Agricultural Research*, 12(4), 913–926. <https://doi.org/10.5424/sjar/2014124-6192>
- Philippidis, G., Sanjuán, A. I., Ferrari, E., & M'Barek, R. (2014b). *Structural Patterns of the Bioeconomy in the EU Member States - a SAM approach* (JRC Technical Reports). European Commission- Joint Research Centre. <https://doi.org/10.2791/10584>
- Pié, L. (2017). The Catalan economy towards the New European energy policy: Through accounting of greenhouse emission multipliers. *Sustainability (Switzerland)*, 9(12), 1–18. <https://doi.org/10.3390/su9122230>
- Polo, C., Roland-Holst, D., & Sancho, F. (1991). Descomposición de multiplicadores en un modelo multisectorial. *Investigaciones Económicas*, 15(1), 53–69. <https://www.fundacionsepi.es/investigacion/revista/Ene1991/v15i1a3.pdf>
- Polo, C., & Valle, E. (2016). Tourism interactions and redistribution effects in the Balearic Islands: A SAM analysis. *Tourism Economics*, 22(2), 353–374. <https://doi.org/10.5367/te.2014.0427>

- Pulido, A., & Fontela, E. (1993). *Análisis Input-Output: modelos, datos y aplicaciones*. Pirámides.
- Pyatt, G., & Round, J. (1979). Accounting and Fixed Price Multipliers in a Social Accounting Matrix Framework. *The Economic Journal*, 89(356), 850–873. <https://doi.org/10.2307/2231503>
- Pyatt, G., & Round, J. (1985). *Social Accounting Matrices: A Basis for Planning*. In G. Pyatt & J. Round (Eds.). The World Bank.
- Rodríguez, C., Llanes, G., & Cardenete, M. A. (2007). Economic and environmental efficiency using a social accounting matrix. *Ecological Economics*, 60(4), 774–786. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.02.012>
- Roland-Holst, D. (1990). Interindustry Analysis with Social Accounting Methods. *Economic Systems Research*, 2(2), 125–146. <https://doi.org/10.1080/09535319000000010>
- Ronzon, T., & M'Barek, R. (2018). Socioeconomic indicators to monitor the EU's bioeconomy in transition. *Sustainability (Switzerland)*, 10(6). <https://doi.org/10.3390/su10061745>
- Solís, A., Paniagua, M., & de Miguel, F. (2016). Integrating a regional social accounting matrix with environmental accounts (Samea). An illustration for a Spanish region. *Revista Portuguesa de Estudos Regionais*, 42(1), 7–19.
- Stone, R. (1978). The disaggregation of the household sector in the national accounts. In G. Pyatt & J. Round (Eds.), *Social Accounting Matrices: A Basis for Planning* (pp. 145–185). The World Bank.
- Wen, X., Quacoe, D., Quacoe, D., Appiah, K., & Danso, B. (2019). Analysis on bioeconomy's contribution to GDP: Evidence from Japan. *Sustainability (Switzerland)*, 11(3), 1–17. <https://doi.org/10.3390/su11030712>

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA CON ENFOQUE EN LA BIOECONOMÍA

4.1. Introducción

La idea principal del análisis estructural se basa en poder comprender la estructura de una economía y analizar los vínculos que existen entre las ramas pertenecientes a la misma, con el fin de poder identificar aquellos sectores que se encuentran altamente interconectados y así determinar la importancia de cada sector. Estos vínculos, se definen como las relaciones que tiene un sector con el resto de la economía a través de las compras de insumos que realiza para llevar a cabo su producción y la venta de sus productos hacia los demás (Cai & Leung, 2004; Miller & Lahr, 2001; Song et al., 2006).

Conociendo los encadenamientos que se producen entre las distintas cuentas de una economía, es posible explicar su estructura, sus relaciones y su comportamiento (Miller & Lahr, 2001). El análisis de los vínculos entre las mismas, comúnmente denominados “*linkages*”, permite identificar las cuentas más relevantes, para estimular o inducir otras actividades, así como también detectar las que sean más independientes dentro de la economía (Cai & Leung, 2004). Los sectores claves de una economía, se consideran como aquellos que tienen poder de difusión ante variaciones en la demanda y capacidad de dispersión de variaciones en los costes. Esto se debe a los vínculos que tienen con los demás sectores por el lado de su oferta o su demanda, pudiendo influenciar al resto de la actividad económica (Cardenete et al., 2010). Aquellas cuentas que demuestren tener mayor capacidad para estimular a otros sectores, serán claves para impulsar el crecimiento de la economía. Por esta razón, realizar el análisis estructural de una economía se considera una importante herramienta para implementar y evaluar políticas económicas (Cai & Leung, 2004).

La literatura sobre este tema coincide en que los efectos que un sector produce sobre los demás se pueden clasificar en dos según la dirección de las interdependencias de los vínculos. Esto implica, que se pueden analizar por su vinculación hacia atrás o hacia adelante, denominados generalmente Backward Linkage (BL) y Forward Linkage (FL) respectivamente. En el siguiente apartado se profundiza en su estudio. A pesar de que ambos vínculos han sido muy utilizados en investigaciones para comprender las relaciones de interdependencia que existe entre los diferentes sectores, la literatura muestra que aún existen controversias al querer determinar la forma ideal de medir estos índices, siendo el cálculo del FL el más debatido. Además, considerar los mismos

como medidas de “impacto” ha generado más controversias que si se consideran desde un punto de vista “descriptivos” (Cai & Leung, 2004).

Por esta razón, se han publicado diversas metodologías que permiten identificar los sectores más relevantes de una economía. En líneas generales, se pueden clasificar dentro de dos grupos: el enfoque denominado clásico o tradicional surgido a finales de los 50 y el enfoque de extracción hipotética que se inició a partir de los años 80.¹⁸

De forma generalizada, el enfoque metodológico clásico se basa en medir que tan claves son las ramas de una economía, considerando el impacto que tienen sobre los demás sectores, teniendo en cuenta principalmente los promedios de los coeficientes técnicos y de distribución (denominadas también de coeficientes input y output respectivamente) y de los coeficientes de las matrices inversas. Por otro lado, los métodos de extracción hipotética determinan la importancia de un sector, mediante su extracción hipotética de la economía y cuantificando la misma debido a la pérdida que produce su ausencia en el total de la economía (Dietzenbacher et al., 1993).

Dentro de los métodos clásicos o tradicionales, se incluyen las primeras contribuciones realizadas sobre el análisis estructural, publicadas por Rasmussen (1956), Chenery y Watanabe (1958) y Hirschman (1958) y con algunas modificaciones posteriores por otros autores como por ejemplo, Hazari (1970), Augustinovic (1970) y Jones (1976).

La propuesta inicial de Rasmussen (1956), incluye el cálculo de los coeficientes de poder de dispersión y sensibilidad de la dispersión, teniendo en cuenta la matriz inversa de Leontief (1953), y considerando así las relaciones directas e indirectas entre los distintos sectores. Sin embargo, Chenery y Watanabe (1958), solo consideran las matrices de coeficientes (técnicos y de distribución) y por lo tanto calculan únicamente los efectos directos. Basándose en estos trabajos, Hirschman (1958) plantea los conceptos de eslabonamiento hacia atrás (BL) y hacia adelante (FL), y la clasificación de las ramas de acuerdo a la importancia que tienen según el efecto que ejercen sobre el resto de la economía. Además, varios autores como Augustinovic (1970), Jones (1976) y Beyers (1976), entre otros, plantean la necesidad de calcular el efecto hacia adelante, FL, teniendo en cuenta la matriz inversa de Ghosh (1958). Esto implica, partir de la matriz

¹⁸ Ver Anexo IV, Tabla 1. Detalle de las principales aportaciones en las metodologías de sectores claves según cada autor.

Capítulo 4

de coeficientes de distribución, como fue determinado previamente por Chenery y Watanabe (1958). Esta controversia en la determinación del FL según el modelo de demanda de Leontief o el modelo de oferta de Ghosh, se plantea tanto en las metodologías clásicas como, también, en las de extracción hipotética, y se explicará más ampliamente en el siguiente apartado.

Posteriormente, surge la metodología de extracción hipotética (HEM), cuya idea principal es conocer la importancia que tiene un sector, calculando las consecuencias producidas en la economía si el mismo se eliminara. Se comienza con la idea inicial de Paelinck et al. (1965), con una propuesta mejorada de Strassert (1968), que fue llevada a la práctica por Schultz (1977) y planteada posteriormente por Cella (1984) (Sancho & Cardenete, 2014). A raíz de este último trabajo, se han publicado diversas variaciones de la metodología de extracción. Las mismas se basan tanto en simples reinterpretaciones del cálculo desarrollado para el BL y el FL (Cai & Leung, 2004; Clements, 1990; Duarte et al., 2002), la consideración de la matriz Ghosh para el cálculo del FL (Dietzenbacher et al., 1993; Dietzenbacher & van der Linden, 1997), la variación de la metodología considerando un modelo doble de oferta (Cai & Leung, 2004) o la descomposición de la matriz (Cai & Leung, 2005; Sonis et al., 1995), entre las más importantes.

Según la literatura analizada, las distintas metodologías cuentan cada una con sus ventajas así como con sus críticas y limitaciones, sin embargo hasta ahora no se considera un método como el más apropiado (Leung & Pooley, 2002). Por este motivo, para realizar un adecuado análisis estructural de una economía, es importante considerar más de una metodología para así poder complementar mejor los resultados obtenidos.

El objetivo principal de este capítulo es describir la estructura de la bioeconomía en España mediante el uso de diversos métodos, y determinar los sectores que tendrán mayor influencia en el desarrollo de la economía. Se utiliza la matriz SAM Bioeconómica simétrica para España 2010 obtenida en el capítulo 2 de esta tesis, y se aplican tanto el método de extracción hipotética como otras metodologías tradicionales complementando el análisis estructural. Considerando los métodos tradicionales, se tienen en cuenta las aportaciones de Rasmussen, la variación del cálculo del FL propuesto por varios autores y la representación del paisaje tridimensional de la

economía mediante la matriz producto multiplicador. Dentro de los métodos de extracción hipotética, se calcula el efecto total (*TL: total linkage*) de extraer un sector de una economía según Cella (1984) y los cálculos del BL y FL detallados por Dietzenbacher et al. (1993). Las metodologías utilizadas han sido desarrolladas para el análisis de tablas input-output, sin embargo, este capítulo se enfoca en aplicar las extensiones de las mismas ya planteadas por otros autores para el caso de una matriz SAM (Cardenete & Sancho, 2006; Mainar et al., 2020; Sancho & Cardenete, 2014).

La aplicación empírica de este capítulo ofrece una contribución desde dos puntos de vistas. Por un lado, se obtiene una actualización del análisis de la estructura de la bioeconomía en España considerando el año 2010 y la nueva base de datos de la bioeconomía con una mayor desagregación de las cuentas pertenecientes a la misma. Por otro lado, se complementa el análisis considerando diversas metodologías de análisis estructural no aplicadas para el análisis de la bioeconomía española hasta la fecha. La aplicación de varias metodologías se basa en que a pesar de las diferencias, las mismas pueden ser consideradas como complementarias y permitir analizar con mayor profundidad la información estructural que brinda la matriz (Iráizoz, 2006).

Hasta ahora, el análisis estructural planteado para la bioeconomía se ha enfocado en la utilización de los métodos tradicionales basados precisamente en Rasmussen. Se ha aplicado en el caso de España para el año 2000 (Cardenete et al., 2012, 2014) y el cálculo del BL para el año 2010 (Mainar, 2019). En la Unión Europea para el año 2007 (Philippidis et al., 2014) y 2010 (Philippidis & Sanjuán, 2018), y para Italia y Bulgaria (Vale & Stoyanov, 2017). Solamente se ha publicado un artículo (en julio 2020), que aplica diversas metodologías para las matrices detalladas para la bioeconomía Europea (Mainar et al., 2020). Sin embargo, en la literatura estudiada se han identificado varios artículos que analizan la estructura de la economía a nivel nacional o regional aplicando varios métodos. Las metodologías de análisis tradicional son comúnmente aplicadas con matrices SAM, sin embargo, el HEM aplicado en SAM es menos común y fue planteado por Sancho y Cardenete (2006; 2014) y Cardenete et al. (2009).

La Literatura muestra varios ejemplos de aplicación combinada de metodologías clásicas y de HEM, utilizando tablas input-output o matrices SAM. En el primer caso, por ejemplo el análisis realizado para China (Andreosso-O'Callaghan & Yue, 2004), Europa (Soza-Amigo & Ramos Carvajal, 2005), Navarra (Iráizoz, 2006), México (Boundi, 2016),

Sudeste asiático (Ali et al., 2019) o varios países (Temurshoev & Oosterhaven, 2014). Utilizando matrices SAM, por ejemplo, se aplican para analizar la SAM Española de 1995 (Cardenete & Sancho, 2006), para España 2000 (Cardenete et al., 2009), España 2007 (Cansino et al., 2013), para España 1998 y sus comunidades Andalucía, Madrid, Cataluña y Extremadura (Cardenete, 2011). También se identifican aplicaciones a nivel regional para Andalucía 1990-2005 (Cardenete & López, 2015), Andalucía 2000 (Cardenete et al., 2010), Andalucía 2008 (Cardenete et al., 2015), y para otros países como México 2003-2012 (Beltrán et al., 2016), entre otros.

Este capítulo se estructura de la siguiente forma: en la siguiente sección, se realiza una explicación resumida de los *linkages* entre cuentas y sus variaciones en los cálculos. El siguiente apartado, contiene una descripción de las metodologías de análisis estructural, considerando los métodos clásicos y de extracción hipotética y cómo se plantean para una matriz SAM. El cuarto apartado se enfoca en la aplicación empírica, considerando las metodologías descritas y la matriz de la bioeconomía para España, con el fin de obtener resultados que permitan analizar la importancia de cada una de las cuentas. Por último, se presentan las discusiones y las conclusiones del capítulo.

4.2. Linkages

Los *linkages* se utilizan para comprender la estructura de una economía a través de sus relaciones entre las cuentas, tanto por las compras como por las ventas que realiza. La medición y el análisis de estos *linkages* son importantes ya que permiten evaluar la capacidad que tienen ciertos sectores de impulsar o recibir impulsos de los demás. Además, permiten la identificación de los sectores que se encuentran muy interconectados y que, por lo tanto, su expansión puede influir en el resto de la economía de forma significativa (Iráizoz, 2006).

La literatura sobre este tema establece que los efectos que un sector produce sobre los demás se pueden clasificar en dos según la dirección de las interdependencias de estos *linkages*. Así, se pueden analizar por su vinculación hacia atrás (BL) o hacia adelante (FL).

Por un lado, un aumento en la demanda estimula los encadenamientos hacia atrás de un sector con los demás, que representan la necesidad de insumos intermedios de los mismos fomentando el desarrollo de las demás actividades. Esto quiere decir que

los BL muestran la conexión que tiene un sector con sus proveedores, permitiendo ver de dónde provienen los insumos que se utilizan en la producción y el impacto que tendría un aumento de la misma en la demanda de los sectores utilizados como insumos.

Por otro lado, los encadenamientos hacia adelante representan en qué medida la producción de un sector es utilizada por otras ramas en su proceso productivo (Cardenete & López, 2015), y una mayor oferta significa mayor cantidad disponible en la economía, que puede ser utilizada como insumos por los sectores que lo necesitan para su propia producción (Cansino et al., 2013). Los FL muestran la conexión de un sector con sus clientes, determinando hacia donde se dirigen sus productos (Augustinovic, 1970; Dietzenbacher et al., 1993; Miller & Blair, 2009). A pesar de que ambos linkages han sido muy utilizados en diversas investigaciones para analizar las relaciones entre los sectores, la literatura demuestra que aún existen controversias a la hora de determinar la forma ideal de medir estos índices (Cai & Leung, 2004).

El cálculo de los mismos considerando las tablas input-output, se ha basado en los modelos de demanda y de oferta. A grandes rasgos, un modelo de demanda brinda información sobre el impacto que tienen los cambios en la demanda de un sector sobre su producción y por lo tanto en la demanda de insumos que compra de los demás sectores, y se aplica considerando el modelo de cantidades de Leontief (Miller & Lahr, 2001). Un modelo de oferta, determina que el aumento del output de un sector implica un aumento en su oferta y por consiguiente de la disponibilidad de sus productos que son utilizados como insumos por los demás sectores para su producción. Este modelo ha recibido diversas críticas por ser considerado inverosímil, condicionando el cálculo del FL. Según Dietzenbacher (1997), el mismo se debe considerar como el modelo de precios de Ghosh, en el cual los valores de output cambian por cambios en los precios de inputs primarios (Miller & Lahr, 2001).

En los siguientes puntos se explicarán diferentes interpretaciones y cálculos tanto para el BL como el FL, considerando que es muy importante la distinción y el análisis de cada uno teniendo en cuenta la matriz utilizada.

4.2.1. Backward Linkage

El vínculo denominado BL relaciona la dependencia que tiene la cuenta analizada con las demás de la economía debido a la compra de sus insumos. Mediante el modelo de Leontief, se puede analizar cómo se moviliza la economía afectando la producción de una o varias ramas, para satisfacer las necesidades que se derivan de un cambio en la actividad dado por un cambio en la demanda final. Tal como fue mencionado en el capítulo anterior para la SAM, en este tipo de modelos se considera como variable exógena la demanda final.

El modelo de demanda de Leontief, parte de una tabla input-output, con Z_{ij} las entregas intermedias del sector i al sector j . Se define A_{nn} como la matriz de coeficientes técnicos (también denominada coeficientes inputs) de orden $(n \times n)$, cuyos elementos se calculan dividiendo cada valor de Z_{ij} por la suma de la columna j de la tabla input-output (y_j), siendo cada valor $a_{ij} = Z_{ij}/y_j$. Por lo tanto, partiendo de $Y_n = A_{nn}Y_n + X_n$, el modelo de Leontief queda definido como $Y_n = (I - A_{nn})^{-1}X_n = L_{nn}X_n$, siendo L_{nn} la matriz inversa de Leontief, Y_n el output total y X_n la demanda final, ambos de orden $(n \times 1)$. A partir de este modelo, para el cálculo del BL se consideran tanto la matriz A_{nn} como la matriz L_{nn} .

Dentro de las metodologías tradicionales, los autores Chenery y Watanabe (1958) calculan únicamente los efectos directos de un sector en los insumos que utiliza de los demás sectores, denominado el "BL directo". Para esto solo tienen en cuenta la suma de las columnas de la matriz A_{nn} .

Para poder incluir también los efectos indirectos, Rasmussen (1956) propone basarse en la matriz inversa de Leontief, y mediante la suma de sus columnas, calcular el multiplicador de producción. El mismo incluye los efectos directos e indirectos de los vínculos con los demás sectores, que se dan para satisfacer el aumento de una unidad de demanda final. Este valor se normaliza obteniendo un índice que permitirá la comparación con los demás sectores, denominado índice de poder de dispersión, mencionado actualmente como eslabonamiento hacia atrás (Hirschman, 1958).

Este vínculo hacia atrás, BL, se calcula bajo el modelo de cantidades de Leontief, que implica una estructura de producción bajo el supuesto de precios fijos, con coeficientes a_{ij} fijos. Este modelo permite analizar el impacto debido a un aumento de

una unidad monetaria de la demanda final de un producto, sobre la producción de los demás sectores. Aunque se trate de un modelo de cambios en cantidades, al asumir precios fijos, los resultados pueden formularse en unidades monetarias (Dietzenbacher, 2002).

4.2.2. Forward Linkage

Los vínculos hacia adelante indican la relación un sector con el resto, debido a la distribución de sus productos en el resto de la economía (Song & Liu, 2007). Muestra cómo otros sectores de la economía se basan en los resultados de un sector en particular (Freytag & Fricke, 2017), analizando cómo la actividad económica de un sector “empuja” al resto de sectores. Sin embargo, su cálculo ha sido muy debatido en la literatura tanto para los modelos clásicos como los de extracción hipotética (Dietzenbacher, 2002). Por esta razón, habrá varias formas para calcular este indicador, que se explican en detalle a continuación.

Rasmussen (1956) considera como una medida adecuada de los vínculos hacia adelante la suma de las filas de la matriz inversa de Leontief, y lo denomina multiplicador de expansión uniforme de la demanda o índice de sensibilidad de dispersión al normalizar su valor. Se interpreta como el impacto en el output del sector analizado en la fila, consecuencia de un incremento en la demanda final de todos los sectores. En esta interpretación continúa siendo la demanda final la variable exógena del modelo.

Sin embargo, la determinación del FL con la matriz inversa de Leontief ha sido un tema debatido en la literatura, considerándolo un cálculo no adecuado por varios autores (Augustinovic, 1970; Beyers, 1976; Dietzenbacher, 1992; Jones, 1976). Según Jones (1976), no es muy convincente que el índice definido por Rasmussen se explique considerando lo que le sucede a una industria cuándo todas las industrias sin importar su dimensión, aumentan la demanda final en una unidad monetaria (Iráizoz, 2006). Por esta razón, diversos autores consideran que sería más apropiado calcular los efectos hacia adelante teniendo en cuenta la matriz de coeficientes de distribución (coeficientes output) y los elementos de la inversa de Ghosh (Andreosso-O’Callaghan & Yue, 2004; Augustinovic, 1970; Beyers, 1976; Dietzenbacher et al., 1993; Jones, 1976).

Cada uno de los coeficientes de la matriz de distribución de outputs B_{nm} , se obtiene dividiendo cada valor de la tabla input-output (matriz Z_{ij}) sobre el total de cada

Capítulo 4

fila y_i (rama i -ésima). Asumiendo por lo tanto que las ventas de un sector hacia otro son proporcionales a su producción y se reflejan mediante los coeficientes de distribución fijos, cada elemento de la misma $b_{ij} = z_{ij}/y_i$, muestra la proporción de output que la rama de la fila destina a cada una de las otras ramas y a la demanda final.¹⁹ Considerando esta matriz, la variable exógena deja de ser la demanda final y pasa a ser el valor añadido o inputs primarios V_n . Por lo tanto, siendo Y_n el output total en vertical ($n \times 1$), y su traspuesta Y_n' de orden ($1 \times n$), B_{nn} es la matriz de coeficientes de distribución ($n \times n$) y V_n' es un vector fila ($1 \times n$), que incluye los inputs primarios.²⁰ Con ello se obtiene $Y_n' = Y_n' B_{nn} + V_n'$, y el modelo de Ghosh queda definido como $Y_n' = V_n'(I - B_{nn})^{-1} = V_n' G_{nn}$.

Cada elemento de la matriz $(I - B_{nn})^{-1}$ obtenida, denominada matriz inversa de Ghosh (G_{nn}), se interpreta cómo el incremento en la producción de la cuenta j dado por un incremento unitario del valor añadido de i (Iráizoz, 2006). Por lo tanto, analizando una fila de esta inversa, se muestra el impacto directo e indirecto en la oferta hacia todos los sectores como resultado de un cambio en la oferta final en el sector i (Beyers, 1976). La suma de cada fila, indica el aporte que realiza cada rama para que aumente en una unidad el valor añadido de i , y suelen denominarse multiplicador de oferta o de inputs.

Dentro de las metodologías clásicas de análisis estructural, los autores Chenery y Watanabe (1958) definieron también sus eslabonamientos hacia adelante directo, considerando el cálculo con la matriz de coeficientes de distribución B_{nn} . Posteriormente, con el fin de tener en cuenta no solo los efectos directos, es cuando varios autores mencionan la utilidad de los elementos de la matriz inversa de Ghosh, y el multiplicador de inputs o de oferta (Augustinovics, 1970; Beyers, 1976; Jones, 1976).

Como fue mencionado previamente, la matriz de Ghosh y por lo tanto el modelo de oferta para el cálculo de los FL ha tenido diversas críticas, lo que ha llevado a algunos autores a considerarlo inverosímil.²¹

¹⁹ Esta suposición es parte de las críticas recibidas del modelo y será explicada más adelante (Seung & Waters, 2013).

²⁰ Valor añadido o inputs primarios (value added or primary inputs (Mainar et al., 2020)). "Primary inputs" que incluye los términos de valor agregado y las importaciones ((Dietzenbacher & van der Linden, 1997).

²¹ Una discusión más detallada de las críticas puede encontrarse, por ejemplo, en Oosterhaven (1988, 1989), Dietzenbacher (1997, 2005) y de Mesnard (2009).

Por un lado, el vínculo que se analiza es el de un sector y los demás sectores que utilizan sus output. Con este planteamiento se supone que si el sector analizado aumenta su output, habrá más disponibilidad del mismo en el mercado, lo que llevará a un mayor consumo de los que los demandan y por ende una mayor producción. Esto supone que el modelo de Ghosh no es apto para describir una economía de mercado competitivo, ya que en la misma los recursos no son escasos y eso lleva a que las funciones de distribución no tengan mucha importancia, siendo considerado un modelo apto para una economía monopolista (Soza-Amigo, 2007).

Otra de las discrepancias es la posibilidad de aplicar simultáneamente los modelos de Leontief y Ghosh para el cálculo del BL y el FL. Según Cella (1984), no es posible combinar ambos modelos de forma simultánea, ya que esto desencadena el problema de inconsistencia en la suposición de estabilidad de los coeficientes de las matrices de ambos modelos, conocido como "*join stability problem*".

A raíz de las críticas comentadas, Dietzenbacher (1997) demuestra que si el modelo de Ghosh se interpreta como un modelo de precios, deja de ser inverosímil, y por lo tanto el multiplicador de la oferta resultará adecuado para medir los encadenamientos hacia delante (Boundi, 2016). Considerando este enfoque, cada elemento de la inversa de Ghosh g_{ij} , se puede interpretar en cuánto tiene que aumentar el valor de la producción del sector j , para que sea posible un incremento de una unidad monetaria en los inputs primarios del sector i , estableciendo entonces que los valores de output cambian linealmente con los cambios en los precios de los inputs primarios (Dietzenbacher, 1997; Miller & Lahr, 2001).

Por lo que la suma de la fila i -ésima de la inversa de Ghosh, es el multiplicador de oferta o de inputs, e indica en cuántos euros tiene que ser incrementado el valor del output de todos los sectores dado un incremento de un euro en los costes primarios del sector i (Dietzenbacher, 1997, 2002). Si se considera el aumento de una unidad monetaria en los factores productivos de un sector j , entonces implica que aumenta su costo de producción, lo cual se traslada en un incremento de precio hacia sus compradores de outputs. Esto implica que los ajustes en redistribución sobre cada rama, dados por un cambio en el coste de la oferta disponible de factores primarios, pasan hacia los compradores (Dietzenbacher, 2002). Por lo tanto, los sectores que tienen un

$FL > 1$ son sectores con capacidad de dispersión de costes, cuyos cambios en sus inputs primarios afectan más al sistema que la media.

Por último, debido a las discrepancias que han surgido y continúan siendo debatidas en la literatura con respecto a este modelo y la interpretación del FL, es que Lenzen (2003) menciona como más apropiado la posibilidad de utilizar este modelo para interpretar los vínculos hacia adelante entre sectores desde un punto de vista descriptivo de la economía en vez de considerarlo para estudios de impacto. Siguiendo la misma línea, Miller y Lahr (2001), sugieren que se pueden utilizar las sumas de las filas de la matriz B_{nn} y la inversa de Ghosh sin necesariamente abarcar toda la estructura causal del modelo. Estas recomendaciones serán las tenidas en cuenta en este capítulo a la hora de analizar e interpretar el FL.

4.3. Metodologías para realizar el análisis estructural de una economía

Para identificar aquellos sectores que tienen un alto efecto multiplicador en la demanda y la oferta de la economía, tal como se ha comentado, existen diferentes métodos: los tradicionales o clásicos y los de extracción hipotética (Cardenete et al., 2009; Dietzenbacher et al., 1993). La literatura muestra que cada uno tiene sus ventajas e inconvenientes, y que se consideran como metodologías complementarias para un análisis más adecuado de la estructura de una economía (Iráizoz, 2006; Leung & Pooley, 2002).

Los siguientes puntos de este apartado se centrarán en explicar las metodologías principales de análisis estructural clasificadas dentro de los métodos tradicionales y de extracción. Se explicará en profundidad aquellas escogidas para la aplicación empírica que se realiza en el apartado 4.4.

4.3.1. Métodos tradicionales

Dentro de estos métodos se encuentran los conocidos trabajos de Rasmussen (1956), Hirschman (1958) y Chenery y Watanabe (1958). La metodología que proponen se basa en calcular los vínculos o relaciones que existen entre sectores analizados considerando

las matrices de coeficientes técnicos y de distribución o las inversas según el modelo de Leontief y Ghosh.

En el análisis planteado por Chenery y Watanabe, proponen analizar los sectores de una economía a través de los encadenamientos directos. Utilizando la matriz de coeficientes técnicos A_{nn} para conocer el efecto de encadenamiento hacia atrás (BL) y la matriz de coeficientes de distribución B_{nn} para analizar el efecto de encadenamiento hacia adelante (FL). Como tiene en cuenta la matriz de coeficientes de técnicos o de distribución, en vez de la matriz inversa de Leontief o Ghosh, incluye solamente los efectos directos obtenidos por la primera ronda que se generan por las relaciones intersectoriales (Andreosso-O'Callaghan & Yue, 2004). Es por estas limitaciones que en este capítulo no se considera este modelo y se expone en detalle el de Rasmussen y Hirschman.

4.3.1.1. Metodología de Rasmussen (1956) y Hirschman (1958)

La propuesta de estos autores se basa en la utilización de la matriz inversa de Leontief, para capturar las relaciones directas e indirectas entre los distintos sectores. Aunque el modelo original planteado por Rasmussen se realiza con la matriz L_{nn} , la matriz inversa de Leontief, en el caso de trabajar con una SAM, el modelo considera A_{nn} como la matriz de propensiones medias al gasto y se obtiene la matriz de multiplicadores contables M_{nn} . Queda definido como $Y_n = (I - A_{nn})^{-1}X_n = M_{nn}X_n$, donde Y_n representa las rentas de las cuentas endógenas y X_n es la demanda final representadas por el gasto del gobierno, la inversión y las exportaciones.²² En este caso, gracias a utilizar la SAM, se tendrán en cuenta tanto los efectos directos, indirectos, como también los inducidos debido a que la variación en el modelo permite cerrar el flujo circular de la renta con el detalle de las instituciones privadas y los ingresos (Miller & Lahr, 2001).

Rasmussen (1956) plantea la obtención de dos índices a partir de los multiplicadores obtenidos en el modelo. Por un lado, el denominado índice de poder de dispersión y por otro, el índice de sensibilidad de dispersión.

²² Ver Capítulo 3, ecuación 4.

El índice de poder de dispersión BL^R_j se calcula como valor normalizado del multiplicador de producción U_j definido en el capítulo 3 (apartado 3.2.1),²³ con el fin de analizar mejor los resultados y poder realizar comparaciones intersectoriales. El numerador indica la media no ponderada de todos los efectos que se producen sobre un sector cuando se da un aumento de demanda final de una unidad en j y el denominador indica la media global (Pulido & Fontela, 1993; Soza-Amigo, 2007).

$$U_j = \sum_{i=1}^n m_{ij} \quad \forall j = 1, 2, \dots, n$$

$$BL^R_j = \frac{U_j}{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n U_j}$$

El BL^R_j representa cómo se dispersa al resto de las cuentas un incremento unitario en la demanda del sector j . Quiere decir que el mismo se considera una medida de la capacidad para expandir la renta de la economía hacia las demás cuentas endógenas, ante inyecciones unitarias y exógenas de renta recibidas (Andreosso-O'Callaghan & Yue, 2004; Pulido & Fontela, 1993). Un valor del mismo superior a la media (uno), representa que el impacto de una unidad en la demanda final del sector j generará un efecto superior al promedio en el resto de la economía (Cardenete et al., 2009).

Por otro lado, el índice de sensibilidad de dispersión FL^R_i , es calculado a partir del multiplicador de expansión uniforme de la demanda U_i . Indicando en el numerador en cuánto se debe aumentar la oferta de la i -ésima rama al aumentar la demanda final del sistema en una unidad y el denominador es la media global (Soza-Amigo, 2007).

$$U_i = \sum_{j=1}^n m_{ij} \quad \forall i = 1, 2, \dots, n$$

$$FL^R_i = \frac{U_i}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n U_i}$$

²³ El multiplicador de producción considera la suma de los componentes de cada columna de la matriz de multiplicadores de una SAM.

El $FL^R_{i,}$ muestra cómo afecta el output de un sector i debido al incremento en la demanda final de todos los sectores. Representando los efectos que una unidad monetaria de renta exógena en todas las cuentas endógenas provoca sobre la cuenta representada en la fila en cuestión.

A partir de la propuesta de Rasmussen (1956), Hirschman (1958) definió los conceptos de eslabonamiento hacia atrás y adelante. Así, el índice de dispersión, es denominado Backward Linkages (BL), porque se considera como medida del encadenamiento de efectos que se van produciendo hacia atrás. Es decir, como las mayores necesidades de producción se trasladan a los proveedores, y, por tanto, describe la relación entre los que demandan insumos y a los que demandan. Por otro lado, el índice de sensibilidad de dispersión, se considera como forward linkage (FL), porque al incrementar la producción varía la posibilidad de compra de los sectores que demandan esos productos y por lo tanto es una medida de encadenamientos hacia adelante, que indica la relación que existe cuando sus outputs son demandados como productos intermedios o finales (Pulido & Fontela, 1993).

Con el BL y el FL definidos previamente, Hirschman (1958) plantea la posibilidad de clasificar los sectores según sus vínculos con el resto de la economía. Mediante los mismos es posible cuantificar la importancia de cada sector dentro de una economía y poder determinar cuáles son los sectores claves ideales para aplicar sobre ellos políticas económicas, ya que son los que tendrán un efecto multiplicador más importante sobre los demás (Andreosso-O'Callaghan & Yue, 2004).

Los valores tanto del BL como del FL se encuentran normalizados, y esto permite realizar una comparación entre los mismos. Por lo tanto, si un valor es mayor o menor que el promedio, significará un efecto BL o FL superior o inferior a la media de los sectores económicos, siendo más importantes aquellos sectores que están más encadenados. De acuerdo a los valores del BL y el FL, es posible clasificar los sectores, tal como se contempla en la tabla 4.1.

Tabla 4.1. Clasificación de sectores de acuerdo a su valor de BL y FL

	BL < Promedio BL	BL > Promedio BL
FL < Promedio FL	Sectores independientes	Sectores impulsores
FL > Promedio FL	Sectores base	Sectores CLAVES

Fuente: Miller y Blair (2009).

El análisis demuestra que un sector es clave cuando presenta un BL y FL mayores que la media. Esto implica que son ramas muy importantes en el ciclo de la economía porque demandan más insumos que el resto en términos relativos y ofrecen grandes cantidades de insumos intermedios al resto de sectores productivos. Por lo tanto cualquier impulso sobre este sector como consecuencia de la aplicación de una política económica, se propaga en mayor medida al resto del sistema, activando la economía.

Un sector base, es aquel en el que el BL es menor que el promedio y el FL es mayor. Se caracterizan por una baja demanda de insumos intermedios pero cuyos outputs son fuertemente demandados por otros sectores. Esto implica que el destino de su producción sirve de insumo para otros sectores y por lo tanto sus variaciones tienen efectos importantes sobre el resto de los sectores.

Los sectores impulsores de la economía, con un alto valor BL, pero bajo FL, implica que tienen fuerte arrastre hacia atrás, porque son grandes demandantes de insumos intermedios de otros sectores. Quiere decir que ante *shocks* exógenos que demanden más producción, tienen gran capacidad de impulsar otros sectores induciendo a otras actividades y promoviendo el crecimiento económico.

Los sectores independientes tienen una incidencia por debajo de la media en el conjunto de la economía, ya que su desarrollo no afecta demasiado al resto de los sectores.

Si bien esta metodología ha sido muy utilizada para el análisis estructural de una economía, también tienen sus críticas y limitaciones. En primer lugar, se debe tener en cuenta que los índices detallados previamente son promedios, y que por lo tanto se calculan sin considerar el tamaño de cada sector, es decir sin ninguna ponderación. Además, no brindan información sobre la concentración de las ramas productivas, que pueden estar afectados por valores extremos. Esto quiere decir que puede suceder que una rama tenga un valor de índice alto, pero que solo se concentre afectando a una

rama (Hazari, 1970). Por esta razón, Rasmussen (1956) propone el cálculo de la dispersión (desviación estándar) de los efectos (Cansino et al., 2013).

$$V_j = \frac{\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left(m_{ij} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n m_{ij} \right)^2}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n m_{ij}} \quad (\forall j = 1, 2, \dots, n)$$

$$V_i = \frac{\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n \left(m_{ij} - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n m_{ij} \right)^2}}{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n m_{ij}} \quad (\forall i = 1, 2, \dots, n)$$

Calculando este coeficiente se podrá conocer si los efectos están esparcidos por toda la economía o si se encuentran concentrados sobre algunas ramas. Considerando V_j , se podrá conocer la dispersión del encadenamiento hacia atrás, teniendo en cuenta si la industria analizada afecta a un conjunto de ramas (Soza-Amigo, 2007). Es por esto que un valor alto de V_j se puede interpretar como una industria cuyo impacto se concentra en pocos sectores. Por lo tanto, un valor bajo de V_j se interpreta como una industria que tiene una influencia similar sobre todos los sectores (Hazari, 1970). La interpretación de V_i es similar, indicando la influencia del conjunto de industrias en la rama analizada i . Si el valor es bajo, el resto de las industrias influyen sobre i de manera similar. Sin embargo, si su valor es alto, es que son pocos los sectores que inciden sobre la rama analizada (Soza-Amigo, 2007).

Estos valores pueden ser considerados como complementarios a la hora de analizar la clasificación de los sectores. Considerando que para que un sector sea clave, deberá tener BL y FL elevado y a su vez bajo valor de dispersión (V_j y V_i). A su vez, un sector impulsor será aquel que además de tener un BL superior al promedio, tenga un bajo V_j , y por último un sector base, será aquel que además de tener FL superior al promedio tenga bajo valor de V_i . (Hazari, 1970).

4.3.1.2. Variación en el cálculo del FL

Una de las mayores discrepancias que se han dado en la literatura es la crítica del cálculo del FL, discutido por diferentes autores ya mencionado en el apartado 4.2.2. Algunos autores como por ejemplo Augustinovic (1970), Jones (1976), Beyer (1976), o Dietzenbacher (1997), teniendo en cuenta las aportaciones pioneras de Augustinovic

(1970), consideran más conveniente el uso de la matriz de distribución de outputs y la matriz inversa de Ghosh para su cálculo, como ya fue mencionado.

Para el cálculo del vínculo hacia adelante, FL, se considera la suma de las filas de la matriz inversa de Ghosh. Esto permite obtener la valoración del efecto conjunto sobre todos los sectores de alterar la oferta de inputs primarios de un sector en particular (Cardenete et al., 2010; Pulido & Fontela, 1993). Se considera así, el efecto en la producción de todas las ramas ante cambios en los inputs primarios de un sector que influyen en cambios en su producción.

Con este nuevo cálculo del FL, la clasificación de sectores se realiza bajo las mismas condiciones. Considerando entonces que si el FL es mayor que uno, representa a una cuenta con capacidad de dispersión de costes, ya que al cambiar los valores de su valor añadido afecta más que la media al resto de los sectores (Cardenete et al., 2010).

Considerando una matriz SAM, para el cálculo de esta variación en el FL, se debe utilizar la matriz simétrica input-output incluida en el interior de la SAM. Esto es debido a que si se toman como cuentas endógenas las utilizadas en una SAM, que incluyen los factores productivos y los sectores institucionales, el modelo deja de tener sentido. El mismo indica la variación sobre todos los sectores de modificar la oferta de inputs primarios, y por lo tanto, representa la variable inputs primarios o valor añadido como exógena (Cardenete et al., 2009; Cardenete & Llanes, 2004).

4.3.1.3. Matriz producto multiplicador y visualización con paisaje tridimensional

Para complementar el análisis de los sectores, se puede aplicar la matriz producto multiplicador (MPM), como una medida cuantitativa de las relaciones que existen entre los sectores, que permite representar las mismas a través de un gráfico de paisaje tridimensional, logrando una mejor visualización de la estructura económica que se está analizando (Górska, 2015).

Esta metodología se basa en la matriz de multiplicadores y los multiplicadores BL y FL con la metodología de Rasmussen. Permite observar la intensidad de los flujos intermedios que existen entre los sectores y por lo tanto, identificar aquellos que aunque no sean considerados como claves, pueden considerarse como importantes por su flujo de relaciones en la economía (Cardenete & López, 2015; Sonis et al., 1997). Además, permite ver los sectores con mayor poder de dispersión y mayor sensibilidad

de dispersión, así como también cómo interactúan con el resto de las cuentas de la economía (Sancho & Cardenete, 2014). Este resultado es similar al planteado por Rasmussen, sin embargo, permite una representación gráfica, y por tanto más visual, en un paisaje tridimensional (*landscape*) para jerarquizar los sectores económicos según su importancia.

Su cálculo, definido por Sonis et al. (1997),²⁴ parte de la matriz inversa de Leontief, o en este caso la matriz de multiplicadores contables y se calculan los vectores de multiplicadores (B_i y B_j) que representan la suma de los multiplicadores para cada fila y columna. Siendo m_{ij} cada elemento de la matriz de multiplicadores contables.

$$B_j = \sum_{i=1}^n m_{ij} \quad \forall j = 1, 2, \dots, n$$

$$B_i = \sum_{j=1}^n m_{ij} \quad \forall i = 1, 2, \dots, n$$

Cada elemento de la MPM será el producto de cada par de multiplicadores filas y columnas, corregidos por un factor de “intensidad global” denominado V^{IG} , que incluye la suma de todos los elementos de la matriz de multiplicadores.

$$\text{Dónde, } V^{IG} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n m_{ij}$$

$$MPM = [m_{pm_{ij}}] = \frac{1}{V^{IG}} [B_i \quad B_j] = \frac{1}{V^{IG}} \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ \dots \\ B_n \end{bmatrix} [B_{.1} \quad B_{.2} \quad B_{.n}]$$

Lo que hace es reordenar las relaciones intersectoriales teniendo en cuenta su importancia, y a partir de la MPM, se construye un paisaje tridimensional. Con esto, es posible analizar el efecto sobre la actividad económica provocado por un cambio en la demanda final de un sector (efecto BL) y paralelamente cómo influye un cambio en el resto de sectores sobre otro en cuestión (efecto FL) (Sancho & Cardenete, 2014). Es una manera de representar de manera conjunta tanto el efecto BL y FL considerando cómo afectan los cambios en la demanda (Sonis et al., 1997).

²⁴ Para más detalles ver también Hewings et al. (1998), Sonis & Hewings (1999) y Sonis et al. (2000).

4.3.2. Métodos de extracción hipotética

A partir de la década de los 70, surge la idea de extracción hipotética, como alternativa a las metodologías tradicionales para identificar los sectores más importantes (Dietzenbacher & van der Linden, 1997). El método de extracción hipotética (HEM), se basa principalmente en analizar la importancia de un sector teniendo en cuenta las consecuencias que se darían al eliminarlo de la economía, midiendo las diferencias que surgen entre los niveles de output con y sin el sector extraído (Dietzenbacher et al., 1993). Estas diferencias dependerán de la importancia de cada rama y de los encadenamientos que existen entre el sector que se extrae y el resto de los sectores.

Según Miller y Blair (2009), el HEM fue propuesto en un principio por Paelinck et al. (1965), pero se inicia realmente con los avances realizados por Strassert (1968), y con la aplicación empírica realizada por Schultz (1977). Posteriormente, del trabajo propuesto por Cella (1984) deriva a la metodología conocida actualmente, de la cual han surgido diversas variaciones (Cai & Leung, 2004, 2005; Clements, 1990; Dietzenbacher et al., 1993; Dietzenbacher & van der Linden, 1997; Duarte et al., 2002; Sonis et al., 1995).²⁵

El planteamiento del HEM es considerar que un sector n es extraído de la economía y que por lo tanto no consume inputs ni vende outputs a los demás sectores. Esto impacta en la matriz inicial, a través de la cual se obtiene un nuevo output, cuya diferencia con el output inicial será el impacto de extraer el sector n (Dietzenbacher et al., 1993). Comparando los niveles de output para cada uno de los sectores restantes antes y después de la extracción hipotética, se puede observar si las consecuencias de la extracción de dicho sector en la economía son significativas o no.

Al considerar esta metodología, diversos autores han planteado diferentes formas para “extraer” el sector. La revisión publicada por Miller y Lahr (2001) es una gran contribución que plantea en detalle varias de las mismas.

En los inicios de la HEM lo que se propone es eliminar literalmente una rama de la economía, cuantificando el efecto que se produciría debido a su extracción (Schultz, 1977; Strassert, 1968). Esto implica que partiendo del modelo de demanda de Leontief

²⁵ El detalle de cada metodología puede observarse en la revisión realizada por Miller y Lahr (2001) y por Cai y Leung (2004).

$Y_n = (I - A_{nn})^{-1}X_n$, donde Y_n es el vector de output total, X_n el de demanda final, ambos de orden $(n \times 1)$, y la matriz A_{nn} de coeficientes técnicos de orden $(n \times n)$. Si se decide eliminar un sector de la economía (por ejemplo j), se deberá eliminar la fila y la columna del mismo en la matriz de coeficientes técnicos A_{nn} , obteniendo una nueva matriz $\bar{A}(j)$, de orden $(n - 1) \times (n - 1)$. Al resolver el modelo, se obtiene el nuevo valor de output: $\bar{Y}(j) = [I - \bar{A}(j)]^{-1}\bar{X}(j)$. En la expresión, $\bar{Y}(j)$ es el output total obtenido después de extraer el sector j de la economía, que será comparado con Y_n (el output total previo a la extracción) (Soza-Amigo & Ramos Carvajal, 2005). El eslabonamiento total del sector j extraído, será la suma de las diferencias entre cada elemento de y_i e $\bar{y}_i(j)$, que indicará el “total linkage” representado como $TL(j)$.

Sin embargo, una limitación criticada de esta metodología es que al eliminar literalmente la fila y la columna, se subestima el valor del TL y además no permite identificar cuáles son los linkages BL y FL (Cella, 1984). Es a raíz de esto que, posteriormente, Cella (1984), plantea una metodología que permite obtener el output perdido derivado de las relaciones entre el sector extraído y el resto de los sectores, a través del TL y su descomposición de forma aditiva en el BL y el FL.

La metodología planteada por Cella (1984) es sencilla, ya que propone comparar el output actual con la situación hipotética considerando que el sector extraído ya no compra inputs ni vende productos intermedios a las demás ramas de la economía. Sin embargo, en vez de “eliminar” el sector, opta por sustituir los valores de sus inputs y outputs, es decir tanto en su fila como columna, por ceros (Cai & Leung, 2004). Este último cambio introducido por el autor basado en no eliminar literalmente el sector, se mantiene para las metodologías de extracción desarrolladas posteriormente, con el fin de no subestimar los resultados. Por este motivo, las metodologías aplicadas en esta tesis tanto para la medición del vínculo total (TL), como el BL y FL, parten de este supuesto y se explicarán en profundidad más adelante. Esto implica que se debe tener en cuenta que a partir de ahora, cada vez que la metodología se refiere a “extraer” o “eliminar” el sector, está suponiendo sustituir sus valores por ceros de forma de no eliminar la fila y la columna literalmente.

La metodología de Cella (1984), propone que para calcular el eslabonamiento total, que se define como TL_{CELLA} , se debe considerar la diferencia entre el output original y el obtenido al extraer el sector. Esto representa cuánto varía la producción si el sector

Capítulo 4

extraído no comprara inputs del resto de la economía ni vendiera sus outputs al resto de la economía (Sonis et al., 1995). Este autor también plantea una posible descomposición entre el BL_{CELLA} y FL_{CELLA} , cuya interpretación es criticada y corregida por Clements (1990) y posteriormente re ordenada también por Duarte et al. (2002) y por Cai y Leung (2004).

Por otro lado, Dietzenbacher et al. (1993) se basan en criticar el uso de la matriz de Leontief para calcular el FL, ya que consideran que el mismo debe demostrar cómo se distribuye la producción, es decir la dependencia de los demás sectores en la misma. Considerando esto, los autores plantean una metodología alternativa que se basa en la extracción hipotética planteada por Cella (1984), es decir la sustitución por ceros, pero con la diferencia que para el cálculo del BL utiliza la matriz inversa de Leontief y para el cálculo del FL consideran la matriz inversa de Ghosh. Se basa en extraer hipotéticamente un sector del resto de la economía, sustituyendo por ceros los valores de los inputs intermedios que utiliza del resto de la economía así como también los inputs que utiliza el resto de la economía del sector extraído. El planteo inicial se realizó para un modelo de economía regional, aplicado igualmente por varios autores en diversas economías, así como también utilizando matrices SAM (Beltrán et al., 2017; Boundi, 2017; Cansino et al., 2013; Cardenete, 2011; Cardenete et al., 2009, 2010, 2015; Cardenete & López, 2015; Cardenete & Sancho, 2006).

Posteriormente, de forma similar Dietzenbacher y van der Linden (1997), se basan del mismo modo en la matriz inversa de Leontief y la de Ghosh, pero buscando una “distinción natural” del cálculo para cada eslabonamiento BL y FL por separado. Su idea fue calcular solamente cada eslabonamiento, utilizando la extracción parcial de cada rama. Esto implica que para poder analizar el BL, se deben extraer todos los inputs que compra, y para analizar el FL se deben extraer todos los output que vende el sector extraído. Esta propuesta se denomina “*non-complete hypothetical extraction method*” o extracción parcial (Temurshoev, 2010; Temurshoev & Oosterhaven, 2014).

En otra línea, Sonis et al. (1995), consideran que el razonamiento de Cella y Clements para realizar una extracción es adecuado, pero proponen que es mejor separar una rama que extraerla, y por eso plantea la descomposición de la matriz de coeficientes técnicos A , entre la actividad a estudiar y el resto. Además, la metodología propuesta por los autores se basa en utilizar el valor total de la producción en vez de la demanda

final. Su idea es obtener los denominados “*pure linkage*”, tanto de BL como FL, que no contenga el impacto de las relaciones del propio sector y su retroalimentación (Cai & Leung, 2004).

Por último, Cai y Leung (2004), además de plantear una forma de reordenar la metodología de Cella porque consideran que los efectos están mal asociados, desarrollan una metodología alternativa que según los autores permite el cálculo del BL y FL “más refinados”. Posteriormente en 2005, ambos autores presentaron una alternativa a la metodología de descomposición planteada por Sonis et al. 1995 (Cai & Leung, 2005).

El análisis de las diferentes metodologías presentadas previamente permite observar que la metodología HEM cuenta con diversas formas de cálculo e interpretación según cada autor mencionado. Es por esto, que la revisión publicada por Miller y Lahr (2001), “*A taxonomy of extraction*”, es una importante contribución al análisis de diferentes metodologías de extracción hipotética. En la misma se analizan desde un punto de vista matemático cada uno de los casos que se pueden aplicar en una “extracción” y a su vez se realiza una aplicación empírica con los mismos. De acuerdo a los resultados que obtienen, concluyen que los valores de la extracción son sensibles según el método que se elija, pero el ranking obtenido es estable. Incluso, si se toma como medida de impacto el output perdido en los demás sectores, varias metodologías dan resultados idénticos, y si se toma el output total perdido, varias demuestran ranking iguales. Asimismo, los valores destacados como más importantes, mantienen su ranking en todos los casos aplicados, por lo tanto si la idea es identificar los sectores claves, los autores plantean que no tiene demasiada importancia qué metodología se elija (Iráizoz, 2006; Miller & Lahr, 2001).

Esto sugiere que los argumentos sobre las virtudes o problemas de los métodos de extracción alternativos pueden ser inútiles si lo que se pretende es conocer la importancia de un sector, ya que bastaría con aplicar una metodología que permita cuantificar el eslabonamiento total. Siendo distinto cuando se trate de la interpretación numérica del efecto de los sectores. También concluyen que la separación del BL y el FL puede ser conveniente al realizar comparaciones de economías entre regiones o países, y para su cálculo recomiendan utilizar la matriz inversa de Leontief y Ghosh (Miller & Lahr, 2001; Song et al., 2006).

En la determinación de los sectores claves, la metodología de extracción hipotética es de las más utilizadas recientemente (Sancho & Cardenete, 2014). La misma tiene en cuenta tanto las relaciones de una actividad en la economía, como también el tamaño de la misma considerando su producción bruta. Esto implica, que si se extrae una actividad de gran tamaño, las pérdidas de output serán mayores que para el caso de actividades pequeñas. Pero además, mientras más conectada esté la actividad extraída con las demás de la economía, al extraer la misma el impacto que provocará sobre las demás será mayor (Dietzenbacher & Lahr, 2013). Por estos motivos, según varios autores, la metodología HEM es más adecuada que los métodos tradicionales para analizar los vínculos entre sectores (Andreosso-O'Callaghan & Yue, 2004; Song et al., 2006).

Sin embargo, como fue detallado previamente, en la literatura se han mencionado diferentes formas de cuantificar la diferencia del output al extraer el sector. Considerando las conclusiones de la revisión de metodologías de extracción mencionada previamente, y la posterior extensión aplicada con una SAM propuesta por Cardenete y Sancho (2006), en esta investigación se ha optado por aplicar la metodología de extracción de Cella (1984) para obtener el TL , y luego calcular el BL y FL según lo establecido por Dietzenbacher et al. (1993).

La metodología establecida por Dietzenbacher et al. (1993) para el cálculo del BL y FL fue desarrollada para el caso de las matrices SAM (Cardenete et al., 2009; Cardenete & Sancho, 2006). Aplicada posteriormente en diferentes trabajos, por ejemplo para la SAM Española de 2007 (Cansino et al., 2013), para España 1998 y sus comunidades Andalucía 2000, Madrid 2000, Cataluña 1994 y Extremadura (Cardenete, 2011), España 2000 (Cardenete et al., 2009), España 1995 (Cardenete & Sancho, 2006), Andalucía 1990-2005 (Cardenete & López, 2015), Andalucía 2000 (Cardenete et al., 2010) y México 2003-2012 (Beltrán et al., 2016).

En los siguientes sub apartados se explica cada una de las metodologías de extracción hipotética que se aplicarán en este capítulo, basándose en la explicación original aplicada para un modelo Input-Output y posteriormente adecuando su aplicación para una SAM. Hay que tener en cuenta que en los superíndices detallados se considera j como el sector extraído hipotéticamente para analizar y r , como el resto de los sectores. Al extraer un sector j , el mismo no se elimina, sino que se utilizan ceros

para simular su hipotética extracción, por esta razón las matrices mantienen sus dimensiones (orden). Cuando se trabaja con la matriz A o B , ambas son de orden $n \times n$, al trabajar con una tabla input-output, n coincide con el número de sectores productivos, y en el caso de trabajar con una SAM, serán las escogidas como cuentas endógenas.

4.3.2.1. Propuesta Cella (1984) para obtener Total Linkage

Cella parte de la metodología de extracción hipotética desarrollada por Strassert (1968) y aplicada por Schultz (1977), y plantea una metodología sencilla que permite comparar el output actual con la situación hipotética considerando que el sector extraído ya no compra inputs ni vende productos intermedios a las demás ramas de la economía. Sin embargo, en vez de extraer el sector, opta por sustituir los valores de sus inputs y outputs por ceros (Cai & Leung, 2004). Esta metodología plantea que tanto la situación original como el escenario con el sector extraído mantendrán los coeficientes técnicos y la demanda final fija. Esto implica el supuesto de que todos los inputs requeridos por el sector eliminado para producir, así como también las ventas que realiza el sector extraído como inputs de otros sectores, deberán ser importados, de modo que la desaparición del mismo no afecte la producción del resto de la economía (Cai & Leung, 2004; Cella, 1984; Iráizoz, 2006).

Lo que plantea el autor, es que si se quiere evaluar el impacto de la extracción de un sector j , se deberá particionar la matriz A_{nn} , de modo que represente el sector a extraer (j) y el resto de los sectores (r). La matriz A_n^{jj} contiene las relaciones intrasectoriales del sector j y las matrices A_n^{jr} y A_n^{rj} indican las relaciones entre el sector j y el resto. Como se debe considerar que el sector extraído no compra ni vende productos a los demás, esto implica que las matrices A_n^{jr} y A_n^{rj} serán igual a cero. Al mantener la matriz A_n^{jj} , el autor plantea la exclusión de los efectos retroalimentación (*feedback*) debido a procesos internos del mismo sector extraído, permitiendo separar el intercambio propio del sector con el resto. Por esta razón, para enfocarse en los vínculos intersectoriales, esta metodología es de las más aceptadas (Miller & Blair, 2009; Miller & Lahr, 2001). El modelo de demanda de Leontief $Y_n = (I - A_{nn})^{-1}X_n$, se representa con estas condiciones en las cuales la matriz A_{nn} se divide entre el sector extraído y el resto. Siendo Y^j el output total del sector extraído y Y^r output total del

resto de los sectores, X^j la demanda final del sector extraído y X^r la demanda final del resto de los sectores.

$$\begin{bmatrix} Y^j \\ Y^r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_n^{jj} & A_n^{jr} \\ A_n^{rj} & A_n^{rr} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y^j \\ Y^r \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X^j \\ X^r \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} Y^j \\ Y^r \end{bmatrix} = \left[\begin{bmatrix} I & 0 \\ 0 & I \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} A_n^{jj} & A_n^{jr} \\ A_n^{rj} & A_n^{rr} \end{bmatrix} \right]^{-1} \begin{bmatrix} X^j \\ X^r \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} Y^j \\ Y^r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L_n^{jj} & L_n^{jr} \\ L_n^{rj} & L_n^{rr} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X^j \\ X^r \end{bmatrix}^{26}$$

Como las matrices A_n^{jr} y A_n^{rj} serán igual a cero, se obtiene un nuevo output después de la extracción representado por \bar{Y}^j y \bar{Y}^r .

$$\begin{bmatrix} \bar{Y}^j \\ \bar{Y}^r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_n^{jj} & 0 \\ 0 & A_n^{rr} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{Y}^j \\ \bar{Y}^r \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X^j \\ X^r \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \bar{Y}^j \\ \bar{Y}^r \end{bmatrix} = \left[\begin{bmatrix} I & 0 \\ 0 & I \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} A_n^{jj} & 0 \\ 0 & A_n^{rr} \end{bmatrix} \right]^{-1} \begin{bmatrix} X^j \\ X^r \end{bmatrix}$$

Al resolver esta ecuación, se obtiene:

$$\begin{bmatrix} \bar{Y}^j \\ \bar{Y}^r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (I - A_n^{jj})^{-1} & 0 \\ 0 & (I - A_n^{rr})^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X^j \\ X^r \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \bar{Y}^j \\ \bar{Y}^r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G^{jj} & 0 \\ 0 & G^{rr} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X^j \\ X^r \end{bmatrix}$$

Siendo $G^{rr} = (I - A_n^{rr})^{-1}$ y $G^{jj} = (I - A_n^{jj})^{-1}$

Para calcular el eslabonamiento total, que se define como TL_{CELLA} , se debe considerar la diferencia entre el output original y el obtenido con el sector extraído.

$$\begin{bmatrix} Y^j - \bar{Y}^j \\ Y^i - \bar{Y}^i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L_n^{jj} - G^{jj} & L_n^{jr} \\ L_n^{rj} & L_n^{rr} - G^{rr} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X^j \\ X^r \end{bmatrix}$$

Por lo tanto, el TL según Cella, será:

$$TL_{\text{CELLA}}: i^t [(L_n^{jj} - G^{jj}) + L_n^{rj}] X^j + i^t [L_n^{jr} + (L_n^{rr} - G^{rr})] X^r \quad 27$$

²⁶ El detalle de cada submatriz de L_n se puede ver en Cella (1984) y Miller y Lahr (2001).

²⁷ i^t es un vector columna cuyos elementos son unos.

Los *linkages* totales son una medida que tiene en cuenta la importancia de un sector en la economía al considerar que todos sus vínculos han sido “extraídos”. El TL_{CELLA} representa cuánto varía la producción si el sector extraído no comprara insumos ni vendiera su producción al resto de la economía (Sonis et al., 1995).

Con esta metodología se toman como sectores importantes aquellos que tienen mayor valor de TL_{CELLA} , lo que implica considerar solamente los valores absolutos (Sonis et al., 1995). Es importante obtener además los valores relativos, considerando por ejemplo el output total original extraído (Andreosso-O’Callaghan & Yue, 2004; Miller & Lahr, 2001).

Cella, también plantea la descomposición del BL_{CELLA} y FL_{CELLA} . Sin embargo, la clasificación de sus efectos ha recibido diversas críticas, relacionadas con la sobrevaloración del FL y subvaluación del BL (Clements, 1990), siendo necesario reordenar los efectos incluidos en los mismos (Cai & Leung, 2004; Duarte et al., 2002) o calcular el FL con Ghosh (Dietzenbacher et al., 1993; Dietzenbacher & van der Linden, 1997). Es por esto, que solamente se analiza el *TL* definido por este autor, y se selecciona la metodología explicada a continuación para realizar el análisis tanto del BL como el FL.

4.3.2.2. Propuesta Dietzenbacher, Van der Linden y Steenge (1993) para obtener BL y FL

Si bien esta aplicación fue desarrollada por los autores para una economía regional y con tablas input-output, posteriormente Cardenete y Sancho (2006) extendieron su utilización a una SAM (Cardenete & Sancho, 2006; Sancho & Cardenete, 2014).

Esta metodología se basa en el planteo de extracción hipotética planteada por Cella (1984), pero con la variación de que para diferenciar los *linkages*, utiliza la matriz inversa de Leontief para el cálculo del BL y la matriz inversa de Ghosh para el cálculo del FL.

En el caso del BL, se obtiene el impacto en la reducción del output de los demás sectores por extraer un sector que ya no consume inputs para su producción. El análisis del vínculo del BL se considera como más coherente de acuerdo a el funcionamiento del mercado, y por lo tanto es el más utilizado para análisis descriptivos y de impacto (Boundi, 2017). El caso del FL se entiende como el impacto en la reducción del output que en términos de “coste de oportunidad” tendrá la extracción de un sector por no

poder suministrar inputs necesarios para la demanda de los demás sectores (Cansino et al., 2013). En ambos casos, los resultados obtenidos estarán influenciados no solo por los vínculos de un sector con el resto de la economía según la estructura de la misma, sino también por su tamaño (Dietzenbacher & van der Linden, 1997).

4.3.2.2.1. HEM: Backward Linkage

Considerando la ecuación inicial del modelo de demanda de Leontief $Y_n = (I - A_{nn})^{-1}X_n = L_{nn}X_n$ al extraer hipotéticamente el sector j , el resto de los sectores queda representado dentro del grupo r . Así, considerando la matriz A_{nn} particionada entre el sector j y el resto r , Y^j y Y^r que representan el otuput total de cada grupo respectivamente, X^j y X^r sus respectivas demandas finales, podemos expresar la igualdad anterior como:

$$\begin{bmatrix} Y^j \\ Y^r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I & 0 \\ 0 & I \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} A_n^{jj} & A_n^{jr} \\ A_n^{rj} & A_n^{rr} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} X^j \\ X^r \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} Y^j \\ Y^r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L_n^{jj} & L_n^{jr} \\ L_n^{rj} & L_n^{rr} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X^j \\ X^r \end{bmatrix}$$

Al extraer el sector j , se considera que este sector ya no compra ni ofrece inputs intermedios al resto de la economía y por tanto salen del modelo y se consideran como cero las sub matrices A_n^{rj} y A_n^{jr} . Bajo este supuesto, se plantea que el sector extraído continua operando proporcionando insumos para sí mismo, comprando insumos del exterior y suministrando bienes para la demanda final exógena (Cardenete & Sancho, 2006). Al extraer hipotéticamente el sector, se obtiene entonces una nueva matriz de coeficientes técnicos, \bar{A}_{nn} , y con esta ecuación se obtiene un nuevo output después de la extracción representado por \bar{Y}^j y \bar{Y}^r .

$$\bar{Y} = (I - \bar{A}_{nn})^{-1}X$$

$$\begin{bmatrix} \bar{Y}^j \\ \bar{Y}^r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_n^{jj} & 0 \\ 0 & A_n^{rr} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{Y}^j \\ \bar{Y}^r \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X^j \\ X^r \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \bar{Y}^j \\ \bar{Y}^r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I & 0 \\ 0 & I \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} A_n^{jj} & 0 \\ 0 & A_n^{rr} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} X^j \\ X^r \end{bmatrix}$$

La reducción total del output al extraer de forma hipotética el sector j , se plantea como:

$$Y - \bar{Y} = \begin{pmatrix} Y^j - \bar{Y}^j \\ Y^r - \bar{Y}^r \end{pmatrix} = \left\{ \begin{bmatrix} L_n^{jj} & L_n^{jr} \\ L_n^{rj} & L_n^{rr} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} (I - A_n^{jj})^{-1} & 0 \\ 0 & (I - A_n^{rr})^{-1} \end{bmatrix} \right\} \begin{bmatrix} X^j \\ X^r \end{bmatrix}$$

Siendo, Y el output total previo a la extracción, y \bar{Y} el valor obtenido después de extraer el sector j . L es la inversa de Leontief, A la matriz de coeficientes técnicos y X el vector de demanda final. Si se realiza n veces, con cada resultado se construye una nueva matriz que recoge los efectos arrastres del sector extraído sobre el resto de la economía y del resto de la economía sobre el sector extraído (Cardenete & Sancho, 2006). Por lo tanto, cada elemento (i, j) de la matriz muestra el caso de extracción del sector j (Cardenete et al., 2009).

Si se considera la diagonal de la matriz, que será cada celda (j, j) , se representa el efecto *backward feedback intrasectorial* (Cardenete et al., 2009; Cardenete & López, 2015; Dietzenbacher et al., 1993) que significa el efecto arrastre del resto de sectores sobre el sector j extraído, representando la dependencia del resto de los sectores en los inputs del sector eliminado (Cardenete et al., 2010; Cardenete & López, 2015; Sancho & Cardenete, 2014).

Los elementos no pertenecientes a la diagonal $i \neq j$, representarán el BL propiamente dicho (Boundi, 2017; Cardenete et al., 2009; Cardenete & López, 2015), que refleja el output perdido sobre los demás sectores al extraer el sector analizado dado por la dependencia hacia atrás del sector extraído sobre los demás sectores (Cardenete et al., 2010; Sancho & Cardenete, 2014). Este valor incluye los efectos derivados, por un lado, porque el sector extraído ya no compra inputs al resto de los sectores para producir su demanda final. Por otro lado, incluye el efecto retroalimentación (*feedback*) que se genera también por las compras que realiza el sector extraído del resto pero de forma indirecta. Ya que, para satisfacer la demanda final del resto de los sectores, se requieren inputs del sector extraído, que para producirlos se necesitan a su vez inputs del resto de los sectores, pero que son omitidos en la extracción (Cai & Leung, 2004; Dietzenbacher & van der Linden, 1997).

Si se suman los elementos de cada columna de la matriz de extracción (*Backward feedback intrasectorial y el BL propiamente dicho*), se obtienen los efectos totales (Cardenete & López, 2015; Sancho & Cardenete, 2014). Este valor, es el que utiliza Cella

para referirse al TL_{CELLA} que fue explicado previamente. Sin embargo, en esta interpretación los vínculos totales (*total linkages*) capturan la dependencia hacia atrás (*backward linkage*) del sector extraído del resto de la economía y del resto en el sector extraído (Cella, 1984; Dietzenbacher et al., 1993).

Es importante tener en cuenta que dichos valores obtenidos previamente están expresados en valores absolutos, por lo tanto, es necesario obtener los valores relativos, para lo cual se han planteado diversas alternativas de acuerdo a diferentes medidas de output. La importancia de obtener los valores relativos, es corregir los valores absolutos por el efecto tamaño (Boundi, 2017).

Al considerar los valores relativos se está teniendo en cuenta el tamaño del sector extraído y de la economía según sea el caso. En el caso del BL, sus valores relativos se pueden obtener considerando el output del sector extraído (Dietzenbacher et al., 1993; Dietzenbacher & van der Linden, 1997) o el output del resto de la economía (lo que implica el output total restando el output del sector extraído) (Miller & Lahr, 2001). En el primer caso, considerando el output del sector extraído, se obtiene un valor relativo que indica en qué porcentaje disminuye el output de los demás sectores, en proporción al output que fue extraído. Por otro lado, si se tiene en cuenta el output del resto de la economía, el valor relativo indica cuánto output se pierden los demás sectores en porcentaje del total del output de los mismos.

4.3.2.2.2. HEM: Forward Linkage

Los vínculos de dependencia hacia delante de un sector con otro (FL), se basa en la cantidad de outputs que necesita de otro sector como inputs. Cuando se considera la metodología de extracción, este índice permite conocer el efecto que tiene la extracción de un sector j en el resto, en términos de ventas de su output (Cardenete et al., 2010). Es por esto, que para calcular el FL varios autores han recomendado basarse en la matriz de coeficientes outputs, y el modelo de Ghosh, de forma que permite analizar hacia dónde se dirigen los outputs (Augustinovic, 1970; Dietzenbacher & van der Linden, 1997). Este es el caso de la metodología propuesta por Dietzenbacher et al. (1993) desarrollada en este apartado.

Por lo tanto, considerando el modelo de Ghosh:

$$Y_n' = Y_n' B_{nn} + V_n'$$

$$Y_n' = V_n' (I - B_{nn})^{-1} = V_n' G_{nn}$$

En el cual B_{nn} es la matriz de distribución, V_n representa los inputs primarios y G_{nn} es la matriz inversa de Ghosh. Se considera entonces la matriz particionada B_{nn} , en la cual se separa el sector a extraer como j y el resto de la economía se representa r :

$$(Y^j \ Y^r)' = [V^j \ V^r]' \left[\begin{array}{cc} I & 0 \\ 0 & I \end{array} - \begin{array}{cc} B_n^{jj} & B_n^{jr} \\ B_n^{rj} & B_n^{rr} \end{array} \right]^{-1}$$

$$(Y^j \ Y^r)' = [V^j \ V^r]' \begin{bmatrix} G_n^{jj} & G_n^{jr} \\ G_n^{rj} & G_n^{rr} \end{bmatrix}$$

Similar al caso aplicado para calcular el BL, al extraer el sector j , ahora se deben incluir ceros en la parte de la matriz B_{nn} , que incluye las entregas intermedias del sector extraído al resto de la economía, así como también los outputs del resto de la economía que utiliza el sector extraído. Por esta razón, tanto las matrices B_n^{jr} y B_n^{rj} serán igual a cero. Al extraer hipotéticamente el sector, se obtiene entonces una nueva matriz de coeficientes de distribución \bar{B}_{nn} , y con esta ecuación se obtiene un nuevo output después de la extracción representado por \bar{Y}^j y \bar{Y}^r :

$$\bar{Y}' = V'(I - \bar{B}_{nn})^{-1}$$

$$(\bar{Y}^j \ \bar{Y}^r)' = [V^j \ V^r]' \left[\begin{array}{cc} I & 0 \\ 0 & I \end{array} - \begin{array}{cc} B_n^{jj} & 0 \\ 0 & B_n^{rr} \end{array} \right]^{-1}$$

La reducción total del output al extraer de forma hipotética el sector j , se plantea como:

$$(Y - \bar{Y})' = [(Y_j - \bar{Y}_j)', (Y_r - \bar{Y}_r)']$$

$$= [V^j \ V^r]' \left\{ \begin{bmatrix} G_n^{jj} & G_n^{jr} \\ G_n^{rj} & G_n^{rr} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} (I - B_n^{jj})^{-1} & 0 \\ 0 & (I - B_n^{rr})^{-1} \end{bmatrix} \right\}$$

Se resuelve extraer de sector en sector, obteniendo nuevos valores de producción para cada caso y detallando los resultados de cada output en una nueva matriz. Cada elemento de la misma (i, j) representará el caso en el que se realizó la extracción del sector (j) , y representa el encadenamiento hacia adelante entre el sector j y el sector i . La diferencia entre el caso con el sector extraído y la situación original

refleja las pérdidas económicas de los sectores restantes de la economía sin la oferta del sector extraído. Los resultados representan el impacto que tiene la demanda de otros sectores sobre el sector eliminado, considerando el coste de oportunidad (Cansino et al., 2013). Es decir, indica el efecto que se da en el resto cuando se extrae un sector, debido a la ventas de su output (Cardenete et al., 2010).

La matriz de resultados obtenida representará en su diagonal los *forward intersectorial feedback* (Dietzenbacher et al., 1993; Sancho & Cardenete, 2014), que demuestran la dependencia hacia adelante del resto de los sectores sobre cada sector cuando el mismo es extraído.

La suma de los valores fuera de la diagonal de cada columna son los FL, y cuantifican la relación hacia adelante de la rama j extraída sobre el total de la economía. Es decir el impacto generado por la dependencia del sector extraído en los demás sectores de la economía por las ventas de su output.

Con esta matriz se pueden observar los efectos que produce la extracción de cada sector de la economía e identificar aquellos más relevantes en valores absolutos. Al igual que para el cálculo del BL, se determinan también los efectos relativos que serán porcentajes de acuerdo a diferentes medidas de output tomadas.

En el caso del FL, su valor relativo se puede calcular considerando dos valores de output. Por un lado, sobre el output del sector extraído (Dietzenbacher et al., 1993; Dietzenbacher & van der Linden, 1997), y por otro lado, teniendo en cuenta el output del resto de la economía (lo que implica el output total restando el output del sector extraído) (Miller & Lahr, 2001). El primero, representa en qué porcentaje disminuye el output de los demás sectores, en proporción al output extraído, y el segundo indica cuánto output se pierden los demás sectores en porcentaje del total del output de los demás.

4.3.2.3. Extensión del modelo de extracción hipotética considerando una SAM

Como fue mencionado previamente, en 2006 Sancho y Cardenete extendieron esta metodología, utilizando una SAM, con el fin de incorporar el proceso de generación de ingresos y poder obtener el impacto económico más real. Su aplicación se enfoca en el cálculo del BL, por considerar que tiene una interpretación más clara y por lo tanto se le otorga más crédito conceptual que a los FL.

Partiendo entonces de la ecuación planteada previamente del modelo de Leontief $Y_n = (I - A_{nn})^{-1}X_n = L_{nn}X_n$, donde L_{nn} es la matriz inversa de Leontief, X_n es la matriz de demanda final, Y_n es el vector de producción bruta y A_{nn} es la matriz de coeficientes técnicos cuyo orden n se refiere al número de sectores productivos.

Al trasladar esta aplicación a una matriz SAM, el orden n de las matrices quedará representado por el número de cuentas endógenas incluidas en el modelo. Las mismas representan el número de sectores productivos, y también incluyen los factores productivos trabajo y capital y las instituciones de consumo privado (Cardenete & López, 2015; Sancho & Cardenete, 2014). Esto implica que las cuentas exógenas incluyen las cuentas del gobierno, el ahorro-inversión y el resto del mundo. Por lo tanto, A_{nn} será la matriz de propensión de gasto medio, la inversa de Leontief se sustituye por la matriz de multiplicadores M_{nn} de la SAM, Y_n representa el vector de ingresos endógenos y X_n el vector de demanda final (que en este caso incluye el gasto del gobierno, la inversión y las exportaciones) (Cansino et al., 2013; Cardenete et al., 2010; Mainar et al., 2020).

Al considerar la metodología de HEM con una SAM en vez de utilizar una tabla input-output, se están considerando datos que permiten cerrar el flujo circular de la renta, incluyendo la generación y distribución de las rentas mediante los factores productivos y el consumo de los hogares. La aplicación de ese modelo con una SAM permite incorporar los vínculos que existen entre los sectores, los factores productivos y la demanda final (Sancho & Cardenete, 2014). Al incluir el proceso de generación de rentas, los resultados del impacto económico de extraer un sector incluirán el impacto en el resto de los sectores por los insumos consumidos de los mismos, pero también la pérdida de ingresos de los factores productivos y la reducción del gasto de los consumidores, los cuales considerando el flujo circular de la renta van a influir nuevamente sobre los sectores productivos (Cardenete & Llanes, 2004). Por lo tanto, el uso de la SAM proporciona como beneficio la posibilidad de realizar un análisis de la economía más completo, que será importante a la hora de brindar información a los encargados del desarrollo de políticas.

Con esta variación, es posible calcular el impacto sobre el output de los demás sectores al extraer un sector, cuyo valor estará incluyendo también la incidencia de endogenizar los factores productivos y el consumo. El ejemplo aplicado por Cardenete y Sancho (2006) al comparar las diferencias de output obtenidas considerando una tabla

input-output y una SAM, demostraron diferencias sustanciales en los resultados por el output perdido y también en la ranking al ordenar la importancia de los sectores.

El cálculo del FL es el que ha sufrido más controversias, razón por la cual se le ha dado más importancia al cálculo del BL y los autores solo mencionan su extensión utilizando una SAM (Cardenete & Sancho, 2006). El cálculo del FL, se basa en el modelo de Ghosh, utilizando la matriz de coeficientes de distribución y los inputs primarios como variable exógena $Y_n' = V_n' (I - B_{nn})^{-1} = V_n' G_{nn}$. Esto implica, que si se realiza su cálculo con una SAM considerando las mismas cuentas endógenas definidas para el cálculo del BL, perdería su interpretación. Es por esto, que al aplicar la metodología de extracción hipotética varias investigaciones plantean que el mismo se debe calcular considerando la parte interior de la matriz SAM que representa una tabla input-output, teniendo en cuenta como sectores endógenos solamente los sectores productivos. Por lo tanto, cuando se trabaja con la matriz B_{nn} y G_{nn} , de orden $n \times n$, n representa el número de sectores productivos (Cardenete et al., 2009; Cardenete & Llanes, 2004; Cardenete & López, 2015; Sancho & Cardenete, 2014). Esto implica que en el modelo de Ghosh aplicado a la SAM el vector V_n' incluye además de los factores productivos, la suma de pagos al gobierno (impuestos y otros), ahorros e importaciones (Mainar et al., 2020).

4.4. Análisis de la estructura económica de la Bioeconomía Española

La aplicación de metodologías de análisis estructural permite identificar las cuentas que tienen mayores vínculos y por tanto, aquellas que pueden generar mayor influencia sobre los demás sectores y pueden considerarse en el diseño de políticas de intervención (Jones, 1976).

Como fue mencionado en el apartado anterior, existe una extensa literatura en metodologías de análisis estructural, clasificadas principalmente dentro de los métodos tradicionales y de extracción, que se consideran complementarios para realizar un análisis más completo de la economía (Sancho & Cardenete, 2014). Por esta razón, este apartado sigue el camino de diversos autores que ya han considerado su aplicación

simultánea, incluyendo tanto métodos clásicos como de extracción, y distintas alternativas metodológicas dentro de los mismos.²⁸

El primer objetivo de esta aplicación empírica se enfoca en los métodos clásicos de análisis estructural para clasificar los sectores y determinar si existen sectores claves o que puedan ser considerados estratégicos para impulsar la economía. Los resultados provienen de la aplicación de los procedimientos tradicionales basados en Rasmussen (1956) y la variación en el cálculo del FL, utilizados principalmente para el análisis de tablas input-output y su ampliación para el caso de una SAM. A pesar de las diferencias en el cálculo del FL con una u otra metodología, se continúan aplicando ambas, ya que se considera oportuno su comparación. Además, se incluye el cálculo de la matriz producto multiplicador y la representación gráfica de la misma. En segundo lugar, se aplica la metodología de extracción hipotética, teniendo en cuenta un método que permite analizar los efectos totales provocados por la hipotética extracción de cada producto (Cella, 1984) y otro que brinda la posibilidad de analizar los efectos derivados de los vínculos BL y FL (Dietzenbacher et al., 1993).²⁹

Las medidas de vinculación consideradas en los diferentes métodos de análisis estructurales escogidos y los resultados obtenidos, no pretenden ser considerados como medidas de evaluación del impacto real frente a determinadas decisiones. Sino ser utilizadas como herramientas útiles que brindan información general que permite describir la estructura y los vínculos entre los sectores dentro de la bioeconomía Española (Cai & Leung, 2004). Sin embargo, aunque el enfoque sea con fines descriptivos, claramente son resultados que se pueden considerar preliminares a la hora de tomar decisiones de política económica (Dietzenbacher & van der Linden, 1997).

La contribución principal de este análisis, es que se utiliza una matriz que cuenta con el detalle diferenciado de las cuentas de bioeconomía y las que no pertenecen a la misma, para España para el año 2010. Los cálculos son realizados en su mayoría con el software Python desarrollado por la Universidad de Illinois-USA y complementados con

²⁸ Algunos ejemplos utilizan metodologías de análisis estructural tradicionales y de extracción, para analizar China (Andreosso-O'Callaghan & Yue, 2004), Europa (Mainar et al., 2020; Soza-Amigo & Ramos Carvajal, 2005), España y regiones (Cansino et al., 2013; Cardenete, 2011; Cardenete et al., 2009), Navarra (Iráizoz, 2006), Andalucía (Cardenete et al., 2010, 2015; Cardenete & López, 2015), Sudeste asiático (Ali et al., 2019), México (Beltrán et al., 2017; Boundi, 2016), o simplemente diversas metodologías tradicionales como por ejemplo para Andalucía (Campoy-Muñoz et al., 2015; Cardenete & López, 2012; Lima et al., 2004) o Aragón (Mainar & Flores, 2013).

²⁹ Como fue recomendado por Miller y Lahr (2001).

Excel.³⁰ La codificación asignada para cada producto se encuentra detallada en la Tabla 1 del Anexo II (Capítulo 2).

4.4.1. Aplicación metodología tradicional

4.4.1.1. Análisis estructural según Rasmussen (1956) y Hirschman (1958)

Como fue explicado en el apartado 4.3.1.1, cuando se trabaja con una SAM, esta metodología utiliza la matriz de multiplicadores contables para determinar tanto el BL como el FL. Esto implica, que se tendrá en cuenta la SAM simétrica producto por producto Bioeconómica de España 2010 a precios básicos construida en el capítulo 2 de esta tesis, que cuenta con 40 cuentas endógenas: 36 productos, las cuentas de trabajo, capital y el consumo privado (hogares y corporaciones).

Al realizar el análisis con una matriz SAM, se está considerando el flujo circular de la renta analizando los vínculos que existen entre los productos, los factores productivos y el consumo. Esto permite, dada la variación en la demanda final de un producto, obtener no solo el efecto sobre los demás que son proveedores del mismo, sino también incluir el aumento en los factores productivos y el consumo, que influyen nuevamente en los productos (Cardenete et al., 2009).

Los resultados reflejan por un lado el denominado índice de poder de dispersión definido como el $BL^R_{.j}$ y por otro el índice de sensibilidad de dispersión definido como $FL^R_{i.}$. Al considerar la matriz SAM, el vínculo hacia atrás destacará para aquellos productos que además de tener fuertes vínculos intersectoriales, son más intensos en trabajo y capital. En el caso del vínculo hacia adelante, se mostrarán aquellos muy demandados tanto por los demás sectores como por el consumo privado.

Con los resultados obtenidos para cada índice normalizado, se clasifican los productos de acuerdo a la tabla 4.1, considerando si tienen un efecto BL y FL superior o inferior a la media de los productos de la economía. El análisis de los mismos demuestra que solamente los servicios, clasificados fuera de la bioeconomía, pueden considerarse como claves, ya que cuentan con un BL y FL superior a 1. Sin embargo, los resultados indican que según el índice BL definido por Rasmussen, varios de los productos pertenecientes a la bioeconomía pueden ser capaces de generar riqueza al resto de la

³⁰ Ver: <http://www.real.illinois.edu/pyio/>.

economía por las interrelaciones que tienen con las demás actividades por el consumo de sus insumos. Esto implica que sean clasificados como “impulsores” (comúnmente denominadas *driving* en inglés).

Dentro de este grupo se identifican 20 cuentas, 19 de las cuales están incluidas en el ámbito de la bioeconomía y una fuera de la misma correspondiente a la energía (34). Dentro de la bioeconomía, destacan los productos incluidos en los grupos de agricultura, industria alimentaria y biomasa. Las 19 cuentas son las siguientes: frutas (3), otros cultivos (7), ganadería extensiva (8) e intensiva (9), otros animales vivos y productos de origen animal (10), leche cruda (11), alimentación animal (13), bebidas y tabaco (14), carne roja (15), carne blanca (16), aceites vegetales (18), lácteos (19), arroz (20), otros productos alimenticios (22), vino (23), cultivos energéticos (25), silvicultura (26), bioelectricidad (27) y productos de la madera (32). El detalle de cada una se puede observar en la tabla 4.2.

Tabla 4.2. Productos clasificados como Impulsores

Clasificación	Grupo	Código	Producto	BL	FL	V.j	Vi.
Impulsores	Agricultura	3	Frutas	1,02	0,28	2,31	1,06
		7	Otros Cultivos	1,23	0,39	2,17	0,99
		8	Ganadería extensiva y productos	1,31	0,31	1,83	1,05
		9	Ganadería intensiva y productos	1,38	0,37	1,80	1,02
		10	Otros animales vivos y productos de origen animal	1,27	0,24	1,82	1,12
		11	Leche cruda	1,32	0,30	1,86	1,04
	Industria Alimentaria	13	Alimentación animal	1,04	0,68	2,27	0,94
		14	Bebidas y tabaco	1,14	0,39	2,06	1,02
		15	Carne Roja	1,27	0,28	1,94	1,06
		16	Carne Blanca	1,33	0,33	1,92	1,02
		18	Aceites vegetales	1,11	0,24	1,87	1,11
		19	Lácteos	1,22	0,77	2,40	0,98
		20	Procesamiento de arroz, molido o descascarillado	1,03	0,26	2,11	1,09
		22	Otros productos alimenticios	1,11	0,89	2,05	0,92
	23	Vino	1,09	0,31	2,20	1,03	
	Biomasa	25	Cultivos energéticos	1,23	0,22	2,28	1,16
		26	Silvicultura	1,07	0,25	2,27	1,11
	Bioenergía	27	Bioelectricidad	1,06	0,22	2,31	1,16
	Bioindustria	32	Productos de la madera	1,08	0,31	2,29	1,08
	No Bioeconomía	34	Energía	1,15	0,96	2,36	0,93

Fuente: elaboración propia.

Esto implica que cuando se analiza la influencia de los productos de la bioeconomía hacia las demás cuentas por los vínculos que tienen hacia atrás, destacan principalmente las cuentas relacionadas con el sector ganadero, cárnico, lácteos y bebidas. Este resultado también fue obtenido para España con datos del 2000 (Cardenete et al., 2014) y para el análisis de la bioeconomía en Europa (Philippidis et al., 2014; Philippidis & Sanjuán, 2018), cuyos autores explican la coherencia de dichos vínculos hacia atrás, por ejemplo en el sector agrícola, dada la intensa demanda de insumos necesarios en la producción (fertilizantes, servicios relacionados con el transporte, veterinaria, maquinaria, energía, etc.). Además, concluyen que en

economías desarrolladas como los países Europeos, estos requerimientos pueden ser incluso superiores debido al cumplimiento de diversas medidas regulatorias relacionadas con estándares de alimentación y bienestar animal (Philippidis et al., 2014; Philippidis & Sanjuán, 2018).

Teniendo en cuenta el cálculo de la dispersión de los efectos, se puede realizar un análisis más profundo de estos resultados. Este coeficiente permite determinar que los lácteos, cuentan con un BL elevado, pero su origen está concentrado en pocas cuentas de la economía. Por lo contrario, productos como ganadería extensiva e intensiva, otros animales vivos y productos de origen animal, leche cruda, bebidas y tabaco, carne roja, carne blanca y aceites vegetales, cuentan con un coeficiente de dispersión bajo que demuestra que su efecto de dispersión hacia atrás se distribuye en toda la economía.

Continuando con la clasificación, dentro del grupo de productos base, cuyo FL es superior al promedio, no destaca ningún producto de la bioeconomía, identificándose solo la manufactura mayor que uno. El FL calculado según Rasmussen, evalúa el efecto sobre la producción de una cuenta específica, debido a un cambio conjunto en la demanda final de todas las cuentas. Por esta razón destaca la manufactura, ya que gran parte de su producción es destinada al consumo intermedio por diversas cuentas (de las demás actividades y las instituciones privadas). Si bien el análisis se centra en los productos de la bioeconomía, las demás cuentas incluidas como endógenas (los factores productivos y las instituciones privadas), contienen un FL elevado. Esto provoca, que el promedio de los mismos sea elevado para toda la economía, siendo entonces, uno de los motivos que influyen en los bajos valores del FL dentro de la bioeconomía.

Sin embargo, si se considera solamente el promedio de los productos pertenecientes a la bioeconomía para evitar la distorsión de los grandes valores de pocas cuentas, se observa igualmente que los vínculos hacia delante de los productos bioeconómicos tienden a ser menores que el promedio. Esto quiere decir, que la cadena de suministro de los productos de la bioeconomía tiene menos dispersión entre cuentas, concentrando sus ventas entre alguna de ellas, y obteniendo efectos multiplicadores bajos.

De acuerdo a los resultados obtenidos para la bioeconomía en Europa (Philippidis et al., 2014; Philippidis & Sanjuán, 2018), estos productos requieren menos

Capítulo 4

soporte de otros para procesar y distribuir una unidad a los usuarios finales, razón por la cual los vínculos hacia adelante se concentran en pocas cuentas.

Sin embargo, estos índices también se analizan teniendo en cuenta el coeficiente de dispersión del FL, tal como fue realizado para el BL. Este último, aunque para el caso del FL es elevado para la mayoría de los productos demostrando que los valores no se encuentran dispersos en el resto de la economía, se identifican algunos casos cuyo valor es bajo. Estos casos coinciden con los productos que destacan considerando el promedio del FL solamente de la bioeconomía, lo que demuestra que algunos productos de la bioeconomía tienen un vínculo hacia adelante más elevado, por ser productos que son un insumo esencial para otras actividades de procesamiento de alimentos (por ejemplo cereales, otros cultivos, alimentación animal, lácteos, aceite de oliva y otros productos alimenticios).

Dentro del último grupo de cuentas se encuentran las denominadas independientes, cuyos BL y FL son inferiores al promedio. Se han determinado 14, dentro de las cuales 13 forman parte de la bioeconomía, detalladas en la tabla 4.3. Esto implica que son productos que no utilizan muchos insumos en su producción, pueden incluirse aquellos que destacan por sus importaciones, y además la mayoría de su oferta está concentrada en pocas ramas o destinada al consumo final. Es importante mencionar que se pueden encontrar 9 productos cuyo BL es mayor a 0,85, acercándose hacia el grupo de productos impulsores, destacando vegetales (2), plantas oleaginosas (5), pesca (12), aceite de oliva (17), azúcar (21), pellet (24), biocarburantes de 1ª generación (28), biocarburantes de 2ª generación (29) y bioquímicos (30). Esto se puede apreciar claramente en la figura 4.1. El análisis del BL de los productos clasificados en bioindustria y bioenergía, demuestran que tanto los valores por encima como por debajo del promedio, no son significativos.

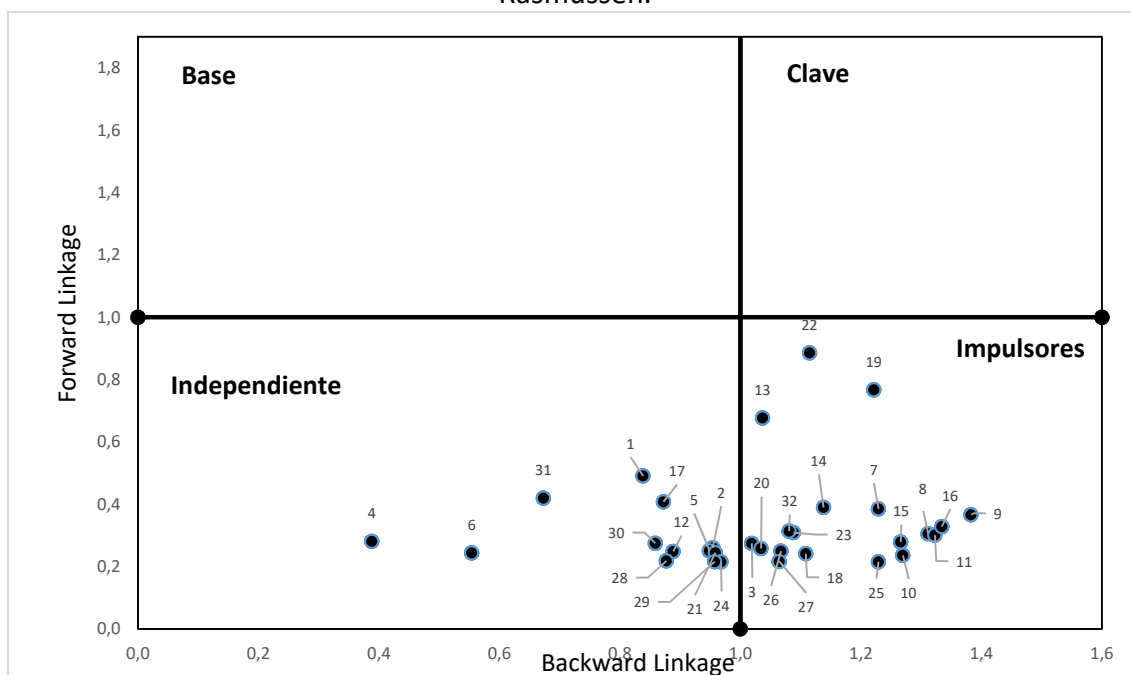
Tabla 4.3. Productos clasificados como Independientes

Clasificación	Grupo	Código	Producto	BL	FL	V.j	Vi.
Independiente	Agricultura	1	Cereales	0,84	0,49	2,33	0,96
		2	Vegetales	0,95	0,26	2,34	1,08
		4	Semillas oleaginosas	0,39	0,28	3,62	1,06
		5	Plantas oleaginosas	0,95	0,25	2,24	1,10
		6	Cultivos industriales	0,55	0,24	2,78	1,11
		12	Pesca	0,89	0,25	2,28	1,10
	Industria Alimentaria	17	Aceite de oliva	0,87	0,41	2,69	1,08
		21	Azúcar	0,96	0,25	2,15	1,10
	Biomasa	24	Pellet	0,97	0,22	2,16	1,16
	Bioenergía	28	Biocarburantes de 1ª generación	0,88	0,22	2,02	1,15
		29	Biocarburantes de 2ª generación	0,96	0,22	2,44	1,6
	Bioindustria	30	Bioquímicos	0,86	0,28	2,25	1,06
		31	Textiles	0,67	0,42	2,72	1,00
	No Bioeconomía	33	Recursos naturales	0,51	0,88	3,75	0,93

Fuente: elaboración propia.

En la figura 4.1, se representa el gráfico con los resultados de la clasificación de todos los productos pertenecientes a la bioeconomía.

Figura 4.1. Clasificación de los productos de la Bioeconomía para España 2010 según Rasmussen.



Fuente: elaboración propia.

4.4.1.2. Análisis estructural según Rasmussen y variación en cálculo del FL

Debido a las discrepancias que han surgido en la literatura a la hora de calcular el FL, se plantea la variación del cálculo del mismo considerando la matriz inversa de Ghosh (Augustinovics, 1970; Cardenete et al., 2009; Dietzenbacher & van der Linden, 1997). En este apartado se tiene en cuenta el método de Rasmussen utilizado previamente solamente para determinar el BL y se varía la metodología para el cálculo del FL.

En este caso, para el cálculo del FL se considera más oportuno utilizar, la parte interna correspondiente a una tabla simétrica input-output que contiene solo los productos como endógenos y calcularlos considerando la matriz de distribución de outputs y la inversa de Ghosh. Sin embargo, el cálculo del BL puede continuar aplicándose teniendo en cuenta una SAM y la matriz de multiplicadores. Ambos ejemplos ya han sido aplicados en otras investigaciones (Cardenete et al., 2009, 2010; Cardenete & Sancho, 2006; Sancho & Cardenete, 2014).

El análisis de los resultados obtenidos de ambos índices se realiza considerando el valor para los 36 productos. En total, los resultados indican que existen 10 productos claves de los cuales 9 pertenecen a la bioeconomía, destacando los incluidos dentro de agricultura e industria alimentaria y detallados en la tabla 4.4.

Tabla 4.4. Productos clasificados como Claves

Clasificación	Grupo	Código	Producto	BL (SAM)	FL (I-O)
Clave	Agricultura	8	Ganadería extensiva y productos	1,29	1,08
		9	Ganadería intensiva y productos	1,44	1,12
		11	Leche cruda	1,25	1,32
	Industria Alimentaria	13	Alimentación animal	1,08	1,27
		17	Aceite de oliva	1,03	1,22
		18	Aceites vegetales	1,25	1,12
		19	Lácteos	1,35	1,40
		20	Procesamiento de arroz, molido o descascarillado	1,02	1,14
	Bioindustria	32	Productos de la madera	1,08	1,16
	No Bioeconomía	34	Energía	1,17	1,22

Fuente: elaboración propia.

Dentro de agricultura se identifican ganadería extensiva (8) e intensiva (9), y leche cruda (11). Dentro de industria alimentaria: alimentación animal (13), aceite de

oliva (17), aceites vegetales (18), lácteos (19) y arroz (20). En la bioindustria solo se encuentra productos de la madera (32) y fuera de la bioeconomía la energía (34).

Como productos impulsores, aquellos cuyos BL es superior al promedio se encuentran 8, siendo 7 parte de la bioeconomía y predominando dentro de industria alimentaria: bebidas y tabaco (14), carne roja (15), carne blanca (16), otros productos alimenticios (22) y vino (23). Se incluye además dentro de agricultura solo otros animales vivos y productos de origen animal (10), dentro de la bioenergía a los biocarburantes de 2ª generación (29) y fuera de la bioeconomía los servicios (36). El detalle de los mismos se presenta en la tabla 4.5.

Tabla 4.5. Productos clasificados como Impulsores

Clasificación	Grupo	Código	Producto	BL (SAM)	FL (I-O)
Impulsores	Agricultura	10	Otros animales vivos y productos de origen animal	1,27	0,89
	Industria Alimentaria	14	Bebidas y tabaco	1,16	0,80
		15	Carne Roja	1,28	0,64
		16	Carne Blanca	1,38	0,67
		22	Otros productos alimenticios	1,16	0,78
		23	Vino	1,06	0,95
	Bioenergía	29	Biocarburantes de 2ª generación	1,01	0,86
	No Bioeconomía	36	Servicios	1,05	0,74

Fuente: elaboración propia.

El cálculo del FL mediante esta metodología afecta principalmente a la clasificación de productos considerados como base, que son aquellos cuyo FL es superior a uno. Los sectores con grandes encadenamientos hacia adelante, implican que son productos muy utilizados para fines de producción adicional, y por lo tanto demandados por otros sectores. Por lo contrario, bajos valores de FL indican productos orientados hacia la demanda final en vez de hacia el consumo de otros sectores. Dentro de este grupo se clasifican 11 productos detallados en la tabla 4.6. Los que forman parte de la bioeconomía pertenecen principalmente a agricultura y biomasa. En el primer grupo encontramos cereales (1), semillas oleaginosas (4), plantas oleaginosas (5), cultivos industriales (6) y otros cultivos (7). Dentro de biomasa sus 3 productos tienen un FL mayor al promedio, pellet (24), cultivos energéticos (25) y silvicultura (26). En la industria alimentaria solo se identifica azúcar (21) y en la bioenergía la bioelectricidad (27).

Tabla 4.6. Productos clasificados como Base

Clasificación	Grupo	Código	Producto	BL (SAM)	FL (I-O)
Base	Agricultura	1	Cereales	0,74	1,15
		4	Semillas oleaginosas	0,49	1,34
		5	Plantas oleaginosas	0,83	1,15
		6	Cultivos industriales	0,58	1,13
		7	Otros cultivos	0,98	1,13
	Industria Alimentaria	21	Azúcar	0,94	1,08
	Biomasa	24	Pellet	0,84	1,16
		25	Cultivos energéticos	0,98	1,10
		26	Silvicultura	0,84	1,09
	Bioenergía	27	Bioelectricidad	0,81	1,22
	No Bioeconomía	33	Recursos naturales	0,67	1,16

Fuente: elaboración propia.

Los resultados indican que 7 productos son clasificados como independientes, siendo parte de la bioeconomía los vegetales (2), frutas (3), pesca (12), biocarburantes de 1ª generación (28), bioquímicos (30) y textiles (31), que se detallan en la tabla 4.7.

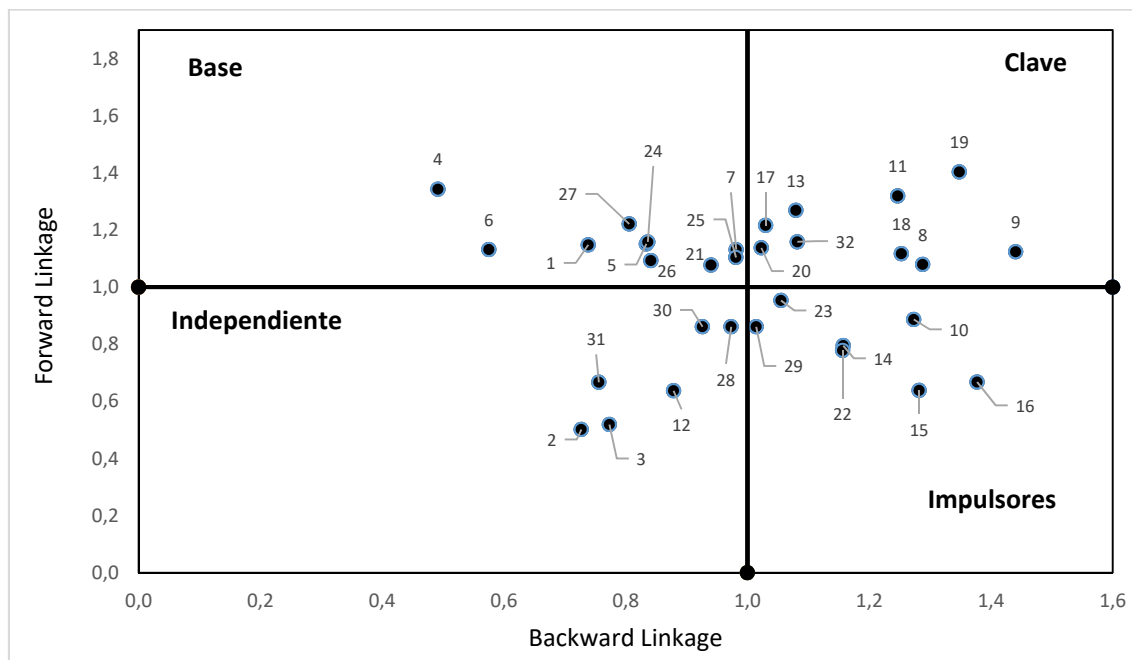
Tabla 4.7. Productos clasificados como Independientes

Clasificación	Grupo	Código	Producto	BL (SAM)	FL (I-O)
Independientes	Agricultura	2	Vegetales	0,73	0,50
		3	Frutas	0,77	0,52
		12	Pesca	0,88	0,64
	Bioenergía	28	Biocarburantes de 1ª generación	0,97	0,86
	Bioindustria	30	Bioquímicos	0,93	0,86
		31	Textiles	0,76	0,67
	No Bioeconomía	35	Manufacturas	0,94	0,87

Fuente: elaboración propia.

En la figura 4.2, se representa el gráfico con la clasificación de los productos de la bioeconomía considerando el criterio mencionado previamente.

Figura 4.2. Clasificación de los productos de la Bioeconomía para España 2010 según Rasmussen y variación en el cálculo del FL



Fuente: elaboración propia.

Al comparar el análisis estructural realizado con la variación en el cálculo del FL, se observan diferencias principalmente en las clasificaciones de productos clave y base, por la variación en el cálculo del FL. Sin embargo, se puede observar también alguna variación en los valores del BL, que aunque en ambos casos se calcule considerando la SAM y sus cuentas endógenas, a la hora de sumar la influencia sobre cada producto, en el apartado 4.1.2 se tienen en cuenta solo los 36 productos a analizar. Esto provoca que aquellos productos que son muy intensos en trabajo y capital, por ejemplo otros cultivos, frutas, cultivos energéticos, silvicultura o bioelectricidad, disminuyan su valor de BL. Por el contrario, aquellos productos cuyo valor de trabajo o capital no es significativo, al no incluir los mismos provocan que no baje el valor al considerar el promedio y por lo tanto mostrarán un valor de BL superior, por ejemplo los biocarburantes.

Con respecto a la interpretación del FL, los diferentes resultados son debido a la diferencia en el cálculo del mismo y a las matrices utilizadas. El cálculo del FL según la variación explicada, considera la matriz de coeficientes outputs, solo con los sectores

productivos como endógenos y teniendo en cuenta los inputs primarios como cuenta exógena. Este índice indica cómo se distribuyen los outputs de un producto, por lo tanto, aquellos productos que sean muy demandados por los demás, tendrán un FL elevado. Sin embargo, el FL calculado según Rasmussen, se basa en la matriz de coeficientes de inputs, y el mismo será elevado en los casos que el output de un producto sea utilizado por diversas cuentas endógenas. Esto implica, que por ejemplo, un sector cuyos productos sean muy demandados como consumo intermedio, pero concentrado en pocas ramas, tendrá en FL bajo según Rasmussen y sin embargo el mismo será elevado al calcularlo con la variación presentada (por ejemplo: plantas oleaginosas). Además, el FL calculado con Rasmussen, utiliza la SAM y por lo tanto tiene en cuenta como cuentas endógenas la demanda intermedia y la de las instituciones privadas.

A pesar de las diferencias en el cálculo del FL con una u otra metodología tradicional y las distintas matrices utilizadas, los resultados demuestran que los productos de la bioeconomía dentro de agricultura, industria alimentaria, suministro de biomasa, la bioelectricidad y productos de la madera, destacan por su demanda intermedia, siendo sus output utilizados principalmente como inputs por los demás productos. Sin embargo, esta distribución de ventas suele concentrarse en pocas ramas.

Además, se puede observar la baja influencia de los vínculos hacia adelante para los biocarburantes, bioquímicos y textiles. Debido a la baja demanda intermedia de estos productos por los demás sectores, concentrada además en pocas ramas y destacando la demanda principalmente ocasionada por el sector exterior y en menor medida los sectores privados.

4.4.1.3. Matriz producto multiplicador y paisaje tridimensional

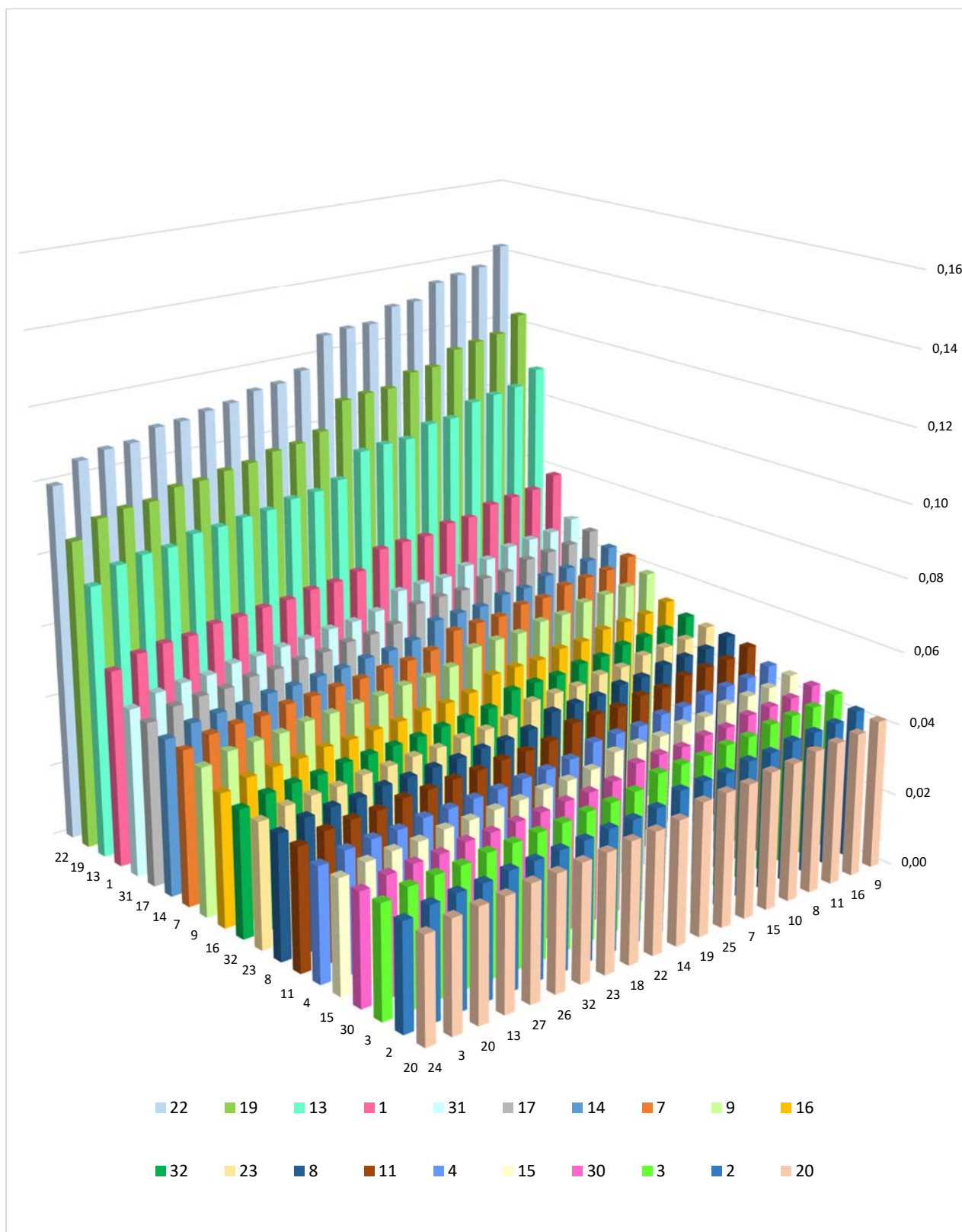
Mediante la matriz producto multiplicador, es posible representar en un paisaje tridimensional, el análisis estructural de una economía y saber qué tipo de enlaces funcionan dentro de ella, considerando los niveles de flujo intermedio entre los productos. Aunque es una herramienta que tiene más utilidad para comparar la estructura de una economía de varios años, en este capítulo se considera oportuno aplicar su representación gráfica para la SAM Bioeconómica de España solamente para el año 2010.

En este caso, se obtiene el gráfico de la figura 4.3, que representa las mayores relaciones que se dan entre los productos de la bioeconomía (mostrando los 20 productos con mayores enlaces intersectoriales). Este paisaje tridimensional permite apreciar los productos de la bioeconomía con poder de dispersión y sensibilidad de dispersión más elevado, así como también cómo interactúan con el resto de las cuentas de la economía, representados de forma ordenada según la importancia de los enlaces intersectoriales entre los mismos. Es una herramienta que brinda la posibilidad de obtener visualmente la jerarquía de los sectores importantes por sus multiplicadores, y analizar y destacar los resultados obtenidos previamente con las metodologías tradicionales.

El paisaje tridimensional de la figura 4.3 se representa considerando solo los productos de la bioeconomía y demuestra claramente los resultados obtenidos previamente para el análisis de la misma. Destacan los productos pertenecientes a la industria alimentaria, en particular otros productos alimenticios (22), lácteos (19), alimentación animal (13), aceite de oliva (17), bebidas y tabaco (14), vino (23) y carne blanca (16), así como también dentro de la agricultura ganadería intensiva (9), ganadería extensiva (8), cereal (1), otros cultivos (7) y leche cruda (11). En la bioindustria, los textiles (31) y productos de la madera (32). Por ejemplo, se observa que otros productos alimenticios (22) presenta el mayor impacto económico, con independencia del sector con el que interactúe, si bien destaca su interacción con ganadería intensiva (9), carne blanca (16) y leche cruda (11). Dentro de los 20 productos más relevantes escogidos de la MPM, los que menos interrelaciones tienen son los bioquímicos (30), frutas (3), vegetales (2) y arroz (20). De los productos que han quedado fuera de los 20 representados en el *landscape*, destacan principalmente todos los productos pertenecientes al grupo de bioenergía y biomasa.

Capítulo 4

Figura 4.3. Paisaje tridimensional de los principales productos de la Bioeconomía en España



Fuente: elaboración propia.

4.4.2. Aplicación de la Metodología de Extracción Hipotética

La HEM se aplica considerando dos enfoques. Por un lado, la metodología de Cella (1984) para obtener el *TL*. Por otro lado, se realiza la aplicación empírica considerando el desarrollo explicado previamente basado en Dietzenbacher et al. (1993), con el fin de obtener un detalle del *BL* y *FL*. Si bien existen diversas opciones para analizar estos últimos dos índices, se ha escogido la mencionada debido a que ciertos autores la consideran como una versión “más evolucionada y sintetizadora” (Cardenete & López, 2015, p.209), o como la más “paradigmática” (Sancho & Cardenete, 2014, p.139) y además, porque se identifica en la literatura la extensión de la misma utilizando una matriz SAM.

Según la teoría explicada, los resultados obtenidos permitirán analizar la pérdida total hipotética de output que se produciría al extraer un producto de la economía, conociendo cuáles tienen mayor o menor relevancia en la economía, y la dependencia hacia los demás productos dada su eliminación. Quiere decir que estos efectos tienen en cuenta la importancia cuantitativa que tiene el producto así como también las interrelaciones que mantiene con el resto de las cuentas de la economía (Dietzenbacher & van der Linden, 1997).

El objetivo principal al aplicar esta metodología es poder complementar los resultados obtenidos con los métodos tradicionales y obtener un análisis de la bioeconomía y sus relaciones intersectoriales más completo. Se utiliza la SAM Bioeconómica simétrica de España 2010 para el cálculo del *TL* y el *BL* y la tabla simétrica input-output que tiene en su interior para calcular los efectos del *FL*.

4.4.2.1. HEM: Total Linkage según Cella (1984)

Según la metodología de Cella (1984), se puede obtener el efecto total en una economía de extraer hipotéticamente un producto, considerando el *TL*. Se realizan los cálculos de esta metodología explicada previamente para España, extrayendo un producto por vez y teniendo en cuenta los resultados obtenidos para los mismos.

Los cálculos iniciales dan a conocer la oferta total disminuida en cada caso en valores absolutos. Por esta razón, el efecto total obtenido como la suma de las columnas para cada cuenta extraída, se normaliza considerando la oferta total de la economía,

Capítulo 4

con la finalidad de obtener el porcentaje de la caída en el total de la actividad económica al extraer cada producto (Miller & Blair, 2009; Miller & Lahr, 2001).

La tabla 4.8 detalla los valores absolutos del *TL* (columna 3), el valor relativo sobre la oferta total de la economía (columna 5) y el valor relativo para cada producto de la bioeconomía sobre la oferta total de la bioeconomía (total BE) (columna 6).

Con esta metodología, tanto si se consideran los valores absolutos como los relativos, destacarán aquellos productos cuyo importe extraído es de mayor importancia (en negrita en la tabla). Esto implica que los productos pertenecientes al grupo no bioeconomía (servicios (36), manufactura (34), energía (35) y recursos naturales (33)), cuya oferta final es elevada, provocarán *TL* más elevados si se diese su hipotética extracción. Por la misma razón, dentro de la bioeconomía, destaca otros productos alimenticios (22).

Si se tiene en cuenta el *TL* obtenido únicamente considerando todos los productos pertenecientes a la bioeconomía, se puede analizar la importancia de cada uno para el resto de la economía en caso de que sea eliminado. Dentro de la misma destacan principalmente los incluidos en la industria alimentaria. Además de otros productos alimenticios mencionado previamente, también destaca la carne roja (15) y blanca (16), bebidas y tabaco (14), alimentación animal (13) y lácteos (19). La extracción de alguno de estos productos repercute en la oferta total de la bioeconomía entre un 10% y un 22%. Esto es debido a las relaciones de los mismos con los demás productos dentro de la bioeconomía, destacando los vínculos con la agricultura y demás sectores del grupo industria alimentaria, y con las ramas no pertenecientes a la bioeconomía.

También destaca la bioindustria, con mayor importancia para los textiles (31) y en menor medida los bioquímicos (30) y productos de la madera (32). Dentro de agricultura solo destaca ganadería intensiva (9). Los grupos de biomasa y bioenergía no destacan al extraer alguno de sus productos.

Tabla 4.8. Total linkages: valores absolutos y relativos

Grupo	Código Producto	Total Linkage=TL	Importe extraído	TL/Total	TL /Total BE
Agricultura	1	11.757	6.161	0,51%	4,82%
	2	12.175	8.864	0,52%	4,99%
	3	13.060	8.672	0,56%	5,35%
	4	2.230	1.776	0,10%	0,91%
	5	2.334	1.063	0,10%	0,96%
	6	623	425	0,03%	0,26%
	7	14.153	5.671	0,61%	5,80%
	8	11.610	3.402	0,50%	4,76%
	9	27.068	7.662	1,16%	11,09%
	10	4.622	1.372	0,20%	1,89%
	11	7.527	2.297	0,32%	3,08%
	12	7.638	3.532	0,33%	3,13%
Industria Alimentaria	13	34.886	14.782	1,50%	14,29%
	14	40.031	16.187	1,72%	16,40%
	15	29.485	9.275	1,27%	12,08%
	16	54.303	15.765	2,33%	22,25%
	17	11.023	7.010	0,47%	4,52%
	18	7.953	2.516	0,34%	3,26%
	19	25.049	13.015	1,08%	10,26%
	20	1.950	784	0,08%	0,80%
	21	2.502	1.021	0,11%	1,03%
	22	119.560	47.558	5,14%	48,98%
	23	21.782	8.458	0,94%	8,92%
Biomasa	24	5	3	0,00%	0,00%
	25	12	5	0,00%	0,01%
	26	2.548	1.322	0,11%	1,04%
Bioenergía	27	270	126	0,01%	0,11%
	28	1.745	626	0,07%	0,71%
	29	334	142	0,01%	0,14%
Bioindustria	30	23.454	11.213	1,01%	9,61%
	31	49.856	35.346	2,14%	20,43%
	32	18.112	8.035	0,78%	7,42%
No Bioeconomía	33	95.416	86.023	4,10%	
	34	161.700	80.118	6,95%	
	35	534.273	450.694	22,96%	
	36	1.199.128	1.466.186	51,53%	
		Total	2.327.107		

Fuente: elaboración propia.

4.4.2.2. HEM: Backward y Forward Linkage según Dietzenbacher et al. (1993)

4.4.2.2.1. Aplicación empírica y resultados del Backward Linkage

La literatura original desarrolla el cálculo del BL utilizando una matriz input-output. Sin embargo, como fue explicado previamente, el mismo puede ser calculado con una SAM (Cardenete & Sancho, 2006). En este caso, se utiliza la matriz ya presentada con sus 40 cuentas endógenas.

Para el caso del BL, los cálculos se basan en extraer hipotéticamente cada producto, incluyendo ceros en la parte de la matriz A , que incluye los inputs intermedios del producto extraído al resto de la economía, así como también los inputs intermedios que utiliza el producto extraído del resto de la economía.

Siguiendo el planteo de Cardenete y Sancho (2006), lo que se hace es extraer un producto cada vez, representando cada caso en una matriz. Esta matriz, denominada como Matriz 1 se representa en el Anexo IV. La misma permite comparar el vector de ingresos endógenos Y_n antes y después de la extracción teniendo en cuenta los resultados obtenidos para las primeras cuentas correspondientes a los productos, que en este caso son 36. Si se considera la primera columna de valores, el primer valor (5.847) indicará el impacto generado sobre el total de cereales (1) debido a la eliminación del mismo producto. Continuando con el análisis de la columna 1, el segundo valor (13,89), representa el efecto sobre la producción total de vegetales (2), dado por la eliminación de los cereales (1) de la economía.³¹ Esta matriz permite indagar sobre la dependencia entre distintos productos ante la eliminación hipotética de uno. El enfoque principal de estos resultados serán los valores fuera de la diagonal que representan el BL mencionado en el apartado anterior, mostrando los efectos intersectoriales dados por la dependencia que tiene el producto extraído sobre los demás, representados en la tabla 4.9 en valor absoluto y sus respectivos valores relativos.

Los resultados del BL en términos de valor absoluto, muestran el output que se pierde sobre el total del resto de las ramas de la economía, al extraer un producto. Es por esto, que considerando este valor, un producto extraído que tenga un importe elevado tendrá una pérdida de output por su dependencia hacia atrás también elevada.

³¹ Expresado en millones de euros.

Esta es la razón por la cual destacarán los productos que tienen mayor peso en la economía, que son aquellos que se encuentran dentro del grupo no bioeconomía e industria alimentaria (en negrita en la tabla 4.9). Además, al considerar una SAM y endogenizando los factores productivos y el consumo, aquellos productos que son intensivos en mano de obra, por ejemplo los servicios y la manufactura, se verán potenciados por el efecto multiplicador incluyendo la posibilidad de usar esa renta en el consumo de otros productos.

Dentro del grupo de productos no pertenecientes a la bioeconomía, destacan principalmente los servicios (36) y la manufactura (34), y en menor medida la energía (35). Luego, continúan otros productos alimenticios (22) y carne blanca (16), ambos pertenecientes a la bioeconomía dentro del grupo industria alimentaria. Si se consideran también los productos destacados por su valor absoluto comparando el promedio de los pertenecientes a la bioeconomía, se identifican como importantes otros pertenecientes también a la industria alimentaria (bebidas y tabaco (14), carne roja (15), alimentación animal (13), vino (23) y lácteos (19)), así como también a la bioindustria (textiles (31), bioquímicos (30) y productos de la madera (32)) y agricultura (ganadería intensiva (9)). Los de menos importancia en valores absolutos serían biocarburantes de 1ª generación (28), semillas y plantas oleaginosas (4 y 5), biocarburantes de 2ª generación (29), cultivos industriales (6), bioelectricidad (27), cultivos energéticos (25) y pellets (24), que pertenecen principalmente a los grupos de bioenergía y biomasa.

A pesar de que los valores absolutos demuestran normalmente que ante mayor valor de output extraído, el impacto será mayor, en algunos casos igualmente varían su ranking cuando se compara su output total versus el output perdido por su extracción. Esto es debido al papel que juegan las interrelaciones con los demás sectores que provocan mayor importancia en el mismo. Por ejemplo, carne blanca, si se considera el valor del output extraído, ocuparía el octavo lugar entre los productos, sin embargo, cuando se evalúa el output perdido en valores absolutos pasa a ocupar el quinto lugar en orden de importancia.

Tabla 4.9. Resultados absolutos y relativos para el BL

Grupo	Código Producto	Importe extraído	BL	BL/ Total-Importe extraído	BL /Importe extraído	BL /Total BE
Agricultura	1	6.161	5.910	0,25%	95,92%	2,42%
	2	8.864	8.394	0,36%	94,70%	3,44%
	3	8.672	9.325	0,40%	107,53%	3,82%
	4	1.776	546	0,02%	30,77%	0,22%
	5	1.063	1.322	0,06%	124,36%	0,54%
	6	425	233	0,01%	54,82%	0,10%
	7	5.671	9.258	0,40%	163,24%	3,79%
	8	3.402	8.317	0,36%	244,50%	3,41%
	9	7.662	19.793	0,85%	258,31%	8,11%
	10	1.372	3.311	0,14%	241,25%	1,36%
	11	2.297	5.308	0,23%	231,03%	2,17%
	12	3.532	4.664	0,20%	132,07%	1,91%
Industria Alimentaria	13	14.782	22.055	0,95%	149,21%	9,04%
	14	16.187	25.947	1,12%	160,29%	10,63%
	15	9.275	22.422	0,97%	241,74%	9,19%
	16	15.765	41.530	1,80%	263,43%	17,01%
	17	7.010	5.336	0,23%	76,12%	2,19%
	18	2.516	5.957	0,26%	236,78%	2,44%
	19	13.015	12.666	0,55%	97,31%	5,19%
	20	784	1.372	0,06%	175,11%	0,56%
	21	1.021	1.561	0,07%	152,91%	0,64%
	22	47.558	78.324	3,44%	164,69%	32,09%
	23	8.458	15.356	0,66%	181,55%	6,29%
Biomasa	24	3	3	0,00%	125,15%	0,00%
	25	5	8	0,00%	164,10%	0,00%
	26	1.322	1.559	0,07%	118,00%	0,64%
Bioenergía	27	126	147	0,01%	116,93%	0,06%
	28	626	1.363	0,06%	217,78%	0,56%
	29	142	246	0,01%	173,05%	0,10%
Bioindustria	30	11.213	16.597	0,72%	148,02%	6,80%
	31	35.346	25.510	1,11%	72,17%	10,45%
	32	8.035	11.521	0,50%	143,38%	4,72%
No Bioeconomía	33	86.023	27.024	1,21%	31,41%	
	34	80.118	84.038	3,74%	104,89%	
	35	450.694	322.713	17,20%	71,60%	
	36	1.466.186	434.865	50,51%	29,66%	
	Total	2.327.107				

Fuente: elaboración propia.

Los valores relativos se representan en las columnas 5, 6 y 7 de la tabla 4.9.

Debido a que los valores relativos tanto sobre el total como sobre el importe extraído

han sido tenidos en cuenta en la literatura, se considera que la combinación de ambos es importante. La columna 5 representa el valor relativo considerando el valor total del resto de los productos. Este valor indica cuánto representa la pérdida del resto de la economía al extraer un producto, sobre el valor total del resto de la economía (Miller & Lahr, 2001). Con el fin de analizar los productos dentro de la bioeconomía, se tiene en cuenta el impacto de la extracción de cada uno de sus productos sobre el total disponible de la bioeconomía (se representa en la columna 7), y se destacan aquellos cuyo impacto sea superior al promedio del conjunto de productos de la bioeconomía. Es así, que los resultados indican que destaca para la agricultura la ganadería intensiva (9), dentro de industria alimentaria principalmente otros productos alimenticios (22) y carne blanca (16), pero también alimentación animal (13), carne roja (15), lácteos (19), vino (23) y bebidas y tabaco (14). Dentro de la bioindustria, los textiles (31) y bioquímicos (30), y por poco valor los productos de la madera (32). La extracción de alguno de estos productos repercute en la oferta total de la bioeconomía entre un 4% y un 32%.

Por otro lado, la columna 6, representa el valor relativo según el importe total extraído para cada producto, e indica en qué porcentaje disminuye el output de los demás sectores, en proporción al output que fue extraído (Dietzenbacher et al., 1993; Dietzenbacher & van der Linden, 1997). Al obtener estos valores relativos, se corrige el efecto tamaño (Boundi, 2016), identificando si existen productos de poco valor pero cuyo impacto es bastante mayor comparado con lo que se extrajo. En este caso, destacarán principalmente aquellos productos con fuertes vínculos con los demás, razón por la cual los resultados obtenidos se asemejan al análisis del BL con la metodología tradicional. Es así que, si se considera el promedio total de la economía del output perdido sobre los demás sectores considerando el importe extraído, destacan con valores superiores al 144%, dentro de agricultura: otros cultivos (7), ganadería intensiva y extensiva (8 y 9), otros animales vivos y productos de origen animal (10) y leche cruda (11), dentro de industria alimentaria: alimentación animal (13), bebidas y tabaco (14), carne roja y blanca (15 y 16), aceites vegetales (18), arroz (20), azúcar (21), otros productos alimenticios (22) y vino (23). Dentro de biomasa solamente cultivos energéticos (25), para la bioenergía los biocarburantes (28 y 29) y en la bioindustria solamente los bioquímicos (30). Considerando este valor relativo no destaca ningún producto fuera de la bioeconomía.

4.4.2.2.2. Aplicación empírica y resultados del Forward Linkage

En este caso, se utiliza la parte correspondiente a una tabla simétrica input-output, incluida en la matriz trabajada previamente, con 36 cuentas endógenas correspondientes a los productos. Se extrae hipotéticamente cada producto, incluyendo ceros en la parte de la matriz de coeficientes de output B , que incluye las entregas intermedias del producto extraído al resto de la economía, así como también los outputs del resto de la economía que utiliza el producto extraído.

Lo que se hace es extraer un producto por vez, obteniendo los resultados de cada caso construyendo una nueva matriz representada como Matriz 2 en el Anexo IV. La misma, incluye en cada columna el total disminuido por la extracción hipotética de cada producto, reflejando las pérdidas económicas de las ramas restantes de la economía sin la oferta del producto extraído. Los resultados representan el impacto que tiene la demanda de otros productos sobre el que es eliminado, considerando el coste de oportunidad (Cansino et al., 2013; Cardenete et al., 2010).

Los valores fuera de la diagonal de la Matriz 2, son los que interesan en este caso ya que muestran los FL propiamente dicho y representan el vínculo hacia adelante del producto extraído en el resto de la economía, generado por la dependencia por las ventas de su output (Cardenete et al., 2010). En la tabla 4.10, se detallan los resultados en valor absoluto y sus respectivos valores relativos.

Con respecto a los valores absolutos, los más destacados se asocian con aquellos productos que tienen mayor output (en negrita en la tabla 4.10), y que pertenecen al grupo no bioeconomía: servicios (36), manufactura (34), recursos naturales (33) y energía (35). Dentro de la bioeconomía, los mayores valores absolutos se obtienen en otros productos alimenticios (22) y alimentación animal (13), ambos dentro de la industria alimentaria.

Sin embargo, como fue mencionado para el BL, con esta metodología además de influir el importe total extraído, van a influir los vínculos hacia adelante entre las cuentas, provocando que varios productos analizados cambien su ranking cuando se compara el lugar que ocupan según su output y el lugar que ocupan según el efecto absoluto del output perdido al extraer el producto según su FL. Es así, que por ejemplo productos cuyo output es muy utilizado por los demás, aumentan su importancia al

considerar la extracción hipotética del mismo. Algunos ejemplos son: ganadería intensiva (9), cereales (1), otros cultivos (7), vino (23) y leche cruda (11). Por el contrario, productos cuyo vínculo hacia adelante no es significativo porque por ejemplo gran parte de su output se destina a la demanda final, bajan su ranking al considerar la extracción hipotética del mismo. Aquí podríamos encontrar: bebidas y tabaco (14), carne blanca (16), carne roja (15), frutas (3) y vegetales (2).

Los valores relativos se presentan en las columnas 5, 6 y 7 de la tabla 4.10. En la columna 5, los resultados relativos se representan como porcentajes del output del resto de la economía, indicando cuánto output pierden los demás productos en porcentaje del total de su output (Miller & Lahr, 2001). Esto implica que la interpretación es similar a los valores absolutos, y los resultados considerando el promedio de todos los sectores, indican que destacan solamente los productos no pertenecientes a la bioeconomía: servicios (36), manufactura (34) y en menor medida recursos naturales (33) y energía (35). Los resultados para cada producto de la bioeconomía en valor relativo como porcentaje del output total de la bioeconomía se representan en la columna 7, con el fin de conocer la influencia de cada uno. Considerando ambas columnas, si se analizan los resultados teniendo en cuenta el promedio de los productos pertenecientes a la bioeconomía, destacan aquellos dentro de agricultura: cereales (1), otros cultivos (7), ganadería intensiva (9), dentro de industria alimentaria: alimentación animal (13), bebidas y tabaco (14), carne blanca (16), lácteos (19), otros productos alimenticios (22) y vino (23). En bioindustria, destacan los bioquímicos (30), textiles (31) y productos de la madera (32). Esto indica que la extracción de alguno de estos productos repercute en la oferta total de la bioeconomía entre un 3% y un 10%.

En la columna 6, los resultados del FL se representan como porcentaje del importe del producto extraído, indicando en qué porcentaje disminuye el output de los demás productos en proporción al output extraído, con el fin de corregir el efecto del tamaño del sector (Dietzenbacher et al., 1993; Dietzenbacher & van der Linden, 1997). En este caso, si se considera el promedio de todos los productos, destacan aquellos que representan más del 130%, dentro de los cuales se identifican en agricultura: cereales (1), semillas oleaginosas (4), plantas oleaginosas (5), cultivos industriales (6), otros cultivos (7), ganadería extensiva (8), ganadería intensiva (9), leche cruda (11). Dentro de industria alimentaria: alimentación animal (13), aceites vegetales (18), arroz (20) y

Capítulo 4

azúcar (21). Como suministro de biomasa, los pellets (24), cultivos energéticos (25) y silvicultura (26), y la bioelectricidad (27) en la bioenergía. En este caso, no se identifica ningún producto que destaque dentro de la bioindustria o fuera de la bioeconomía.

Análisis estructural de la Economía Española con enfoque en la Bioeconomía

Tabla 4.10. Resultados absolutos y relativos para el FL

Grupo	Código Producto	Importe extraído	FL	FL/ Total-Importe extraído	FL/Importe extraído	FL /Total BE
Agricultura	1	6.161	9.476	0,41%	153,80%	3,88%
	2	8.864	1.069	0,05%	12,05%	0,44%
	3	8.672	1.402	0,06%	16,17%	0,57%
	4	1.776	3.502	0,15%	197,18%	1,43%
	5	1.063	1.674	0,07%	157,50%	0,69%
	6	425	656	0,03%	154,41%	0,27%
	7	5.671	8.681	0,37%	153,08%	3,56%
	8	3.402	4.778	0,21%	140,45%	1,96%
	9	7.662	10.218	0,44%	133,36%	4,19%
	10	1.372	1.344	0,06%	97,96%	0,55%
	11	2.297	4.402	0,19%	191,61%	1,80%
	12	3.532	1.419	0,06%	40,18%	0,58%
Industria Alimentaria	13	14.782	21.393	0,93%	144,72%	8,76%
	14	16.187	8.067	0,35%	49,84%	3,31%
	15	9.275	3.928	0,17%	42,35%	1,61%
	16	15.765	7.570	0,33%	48,02%	3,10%
	17	7.010	5.125	0,22%	73,11%	2,10%
	18	2.516	3.764	0,16%	149,61%	1,54%
	19	13.015	9.297	0,40%	71,43%	3,81%
	20	784	1.207	0,05%	153,98%	0,49%
	21	1.021	1.437	0,06%	140,74%	0,59%
	22	47.558	24.598	1,08%	51,72%	10,08%
	23	8.458	9.503	0,41%	112,36%	3,89%
Biomasa	24	3	27	0,00%	1075,83%	0,01%
	25	5	9	0,00%	175,66%	0,00%
	26	1.322	1.785	0,08%	135,06%	0,73%
Bioenergía	27	126	216	0,01%	171,32%	0,09%
	28	626	571	0,02%	91,19%	0,23%
	29	142	128	0,01%	89,76%	0,05%
Bioindustria	30	11.213	10.344	0,45%	92,25%	4,24%
	31	35.346	9.657	0,42%	27,32%	3,96%
	32	8.035	9.406	0,41%	117,06%	3,85%
No Bioeconomía	33	86.023	76.686	3,42%	89,15%	
	34	80.118	65.585	2,92%	81,86%	
	35	450.694	179.872	9,59%	39,91%	
	36	1.466.186	186.742	21,69%	12,74%	
	Total	2.327.107				

Fuente: elaboración propia.

4.5. Discusiones de los resultados según las diferentes metodologías y conclusiones

En este capítulo, partiendo de una matriz SAM para España 2010, se analiza la estructura de la bioeconomía en España, aplicando tanto el método de extracción hipotética como las metodologías tradicionales, con el fin de examinar las relaciones desde una nueva perspectiva y complementar el análisis estructural.

Las metodologías aplicadas y los índices BL y FL obtenidos, tienen como finalidad principal servir como medidas descriptivas para proporcionar información más detallada sobre los vínculos entre las cuentas. Por lo tanto, el análisis descriptivo de la bioeconomía, permite identificar cuáles son los productos que más destacan por su importancia económica, y/o por su vinculación con las demás cuentas impulsado el desarrollo del resto, así como también aquellos cuya madurez económica no es relevante aún.

Los resultados obtenidos no pueden ser comparativos en su totalidad ya que se trabaja con diferentes metodologías y matrices, por lo tanto deben ser interpretados con cautela. Por ejemplo, hay que tener en cuenta que el análisis de los sectores considerando la HEM es más restrictivo, ya que no solo tiene en cuenta las relaciones entre los sectores sino que también incluye la importancia cuantitativa del sector en la economía (Cardenete et al., 2009). Por estos motivos, algunos autores consideran que es una metodología que permite tomar mejores decisiones (Andreosso-O'Callaghan & Yue, 2004; Dietzenbacher & van der Linden, 1997; Soza-Amigo, 2007). Si se consideran los métodos clásicos por ejemplo, permiten enfocarse en los efectos directos, indirectos e inducidos (con SAM) y analizar el comportamiento de la estructura interna de la economía, pero sin tener en cuenta el valor total de cada sector. Además, en el análisis tradicional utilizando una SAM, aquellos sectores que son más intensos en trabajo y capital, se potenciarán con el flujo circular de ingresos, y por lo tanto tendrán valores mayores que si se tiene en cuenta la tabla input-output con las relaciones intermedias entre sectores solamente.

La aplicación de las diferentes metodologías y la obtención de sus resultados demuestran que existen productos que son destacables por su importancia cuantitativa en el resto de la economía, otros que destacan por su relevancia cuantitativa y además

Análisis estructural de la Economía Española con enfoque en la Bioeconomía

por sus interrelaciones, y casos que aunque representen bajos valores en la economía, pueden tener vínculos significativos con el resto de las cuentas. Esto justifica la importancia de discutir los mismos, considerando todas las metodologías aplicadas, y analizando cómo se interpreta la influencia de cada producto según las mismas. Los resultados obtenidos con cada aplicación, se detallan en la tabla 4.11.

En el siguiente cuadro se explica la codificación asignada a cada producto, con el fin de poder interpretar la tabla 4.11 adecuadamente.

Código	Significado	Condición
K	Key (clave)	BL y FL >promedio
D	Driving (impulsor)	BL >promedio
B	Base	FL >promedio
I	Independiente	BL y FL < promedio

Capítulo 4

Tabla 4.11. Resultados clasificación productos según cada metodología

Grupo	Código Producto	Total de la economía				Promedio de los productos de la Bioeconomía			
		HEM*	HEM**	Rasmussen	Rasmussen y variación FL	HEM*	HEM**	Rasmussen	Rasmussen y variación FL
Agricultura	1	I	B	I	B	B	B	B	B
	2	I	I	I	I	I	I	I	I
	3	I	I	D	I	I	I	D	I
	4	I	B	I	B	I	B	I	B
	5	I	B	I	B	I	B	I	B
	6	I	B	I	B	I	B	I	B
	7	I	K	D	B	B	K	K	B
	8	I	K	D	K	I	K	D	K
	9	I	K	D	K	K	D	K	K
	10	I	D	D	D	I	D	D	D
	11	I	K	D	K	I	K	D	K
	12	I	I	I	I	I	I	I	I
Industria Alimentaria	13	I	K	D	K	K	B	K	K
	14	I	D	D	D	K	D	K	D
	15	I	D	D	D	D	D	D	D
	16	I	D	D	D	K	D	D	D
	17	I	I	I	K	I	I	B	K
	18	I	K	D	K	I	K	D	K
	19	I	I	D	K	K	I	K	K
	20	I	K	D	K	I	K	D	K
	21	I	K	I	B	I	B	I	B
	22	D	D	D	D	K	D	K	D
	23	I	D	D	D	K	D	D	D
Biomasa	24	I	B	I	B	I	B	I	B
	25	I	K	D	B	I	K	D	B
	26	I	B	D	B	I	I	D	B
Bioenergía	27	I	B	D	B	I	B	D	B
	28	I	D	I	I	I	D	I	I
	29	I	D	I	D	I	D	I	D
Bioindustria	30	I	D	I	I	K	I	I	I
	31	I	I	I	I	K	I	B	I
	32	I	I	D	K	K	I	D	K
No Bio	33	B	I	I	B	K	I	I	B
	34	K	I	D	K	K	I	D	K
	35	K	I	B	I	K	I	B	I
	36	K	I	K	D	K	I	K	D

Fuente: elaboración propia. *Valor relativo según el total de la economía sin el importe extraído. **Valor relativo según el importe extraído.

El análisis estructural de la Economía Española en 2010, demuestra que destacan por su importancia cuantitativa y por sus vínculos con las demás cuentas, aquellos productos clasificados dentro del grupo no bioeconomía correspondientes a los servicios (36), manufactura (34), energía (35) y recursos naturales (33), así como también los productos pertenecientes a la bioeconomía clasificados como otros productos alimenticios (22). Si se tiene en cuenta solo el análisis de los vínculos con las demás cuentas tanto hacia atrás como hacia adelante, sin considerar la influencia del tamaño, los servicios son los únicos que destacan claramente en ambos sentidos, dado el consumo potencialmente alto que realizan de insumos intermedios y su utilización por las demás cuentas.

Sin embargo, como el objetivo de esta investigación se enfoca en el análisis de la estructura de la bioeconomía de España, se interpretan también los resultados destacando los productos más importantes considerando el promedio de los pertenecientes a la bioeconomía.³²

Los resultados con la HEM, demuestran que son importantes tanto por sus valores representativos en la bioeconomía como por sus vinculaciones con las demás cuentas, varios de los productos incluidos principalmente en industria alimentaria y bioindustria, así como también un producto de agricultura. Destacan entonces ganadería intensiva (9), alimentación animal (13), carne blanca (16) y lácteos (19), así como también las bebidas (incluido el vino) y el tabaco (14 y 23), y otros productos alimenticios (22). Dentro de la bioindustria, se incluyen los textiles (31), bioquímicos (30) y otros productos de la madera (32).

A su vez, de los productos mencionados, los relacionados con agricultura e industria alimentaria, están muy vinculados a los demás sectores. Porque utilizan mayores cantidades de insumos de los demás productos para su producción y son también demandados como consumo intermedio por los demás productos o por los hogares, razón por la cual destacan también con las metodologías clásicas.

Hasta aquí, se puede concluir principalmente que varios productos de la bioeconomía relacionados principalmente con la industria cárnica, bebidas y lácteos,

³² Se considera apropiado comparar los valores de cada producto de la Bioeconomía, con el promedio de los productos pertenecientes a la misma. De esta forma, es posible analizar exclusivamente la Bioeconomía y dejar fuera aquellos productos no bio que por su importancia cuantitativa distorsionan el análisis.

Capítulo 4

son importantes por el total que representan dentro de la misma y por las relaciones que mantienen con las demás cuentas. Esto implica que son productos cuya influencia sobre el resto será mayor al promedio y que por lo tanto pueden considerarse estratégicos para el crecimiento de la economía.

Gracias a las diferentes metodologías aplicadas, es posible diferenciar también a aquellos productos cuyo valor en la economía no es significativo pero sus relaciones con las demás cuentas son importantes y puede influir más que el promedio en el desarrollo de la economía. También, se pueden conocer aquellos productos que fueron destacados previamente por su importancia cuantitativa pero sus vínculos con las demás cuentas representan una influencia inferior al promedio.

En el primer caso, el análisis de los *linkages* demuestra la importancia de las relaciones de los productos de la bioeconomía con las demás cuentas, ya que la mayor parte de los mismos pueden ser considerados como impulsores o clave dentro de la economía.³³ Esto indica, que una inyección exógena en la demanda o inputs primarios de los mismos, puede repercutir en el resto de la economía en mayor medida que el resto de los sectores.

Más allá de mencionar la clasificación de cada uno de los productos según cada metodología que ya fue presentado previamente en los resultados, es importante destacar la importancia de los productos de la bioeconomía, principalmente por sus vínculos hacia atrás con valores de BL superiores al promedio. Esto significa que la bioeconomía contiene productos que utilizan varios insumos para su producción, incluyendo la influencia del trabajo y capital. Destaca principalmente la agricultura, la industria alimentaria, el suministro de biomasa, la bioelectricidad (27) y productos de la madera (32). Dentro de la alimentación y la agricultura, además de los productos mencionados previamente por tener importancia cuantitativa, se añaden como relevantes por sus vínculos los productos de carne roja (15), ganadería extensiva (8), otros animales vivos y productos de origen animal (10) y leche cruda (11), así como también arroz (20), aceites vegetales (18) y otros cultivos (7).

De forma similar, el análisis de los vínculos que tienen los productos de la bioeconomía hacia adelante, indican que varios dentro de agricultura, industria alimentaria y de biomasa, bioelectricidad (27) y productos de madera (32), son

³³ La clasificación exacta dependerá de la variación en el cálculo del FL.

demandados internamente por las demás ramas para producir. Sin embargo, la comparación entre los FL calculados indica que la distribución de los outputs de los productos de la bioeconomía se concentra en pocas ramas, limitando la dispersión de los efectos.

Continuando con la interpretación de los resultados enfocados en aquellos productos de poco valor en la economía, pero con destacadas interrelaciones con los demás, se identifican los relacionados con la biomasa y la bioelectricidad. Especialmente por sus vínculos hacia atrás con las demás cuentas, que se intensifican por la influencia del trabajo y principalmente del capital para la silvicultura (26) y la bioelectricidad (27). Dentro de la bioenergía, los biocarburantes (28 y 29) son considerados como productos independientes. Aunque sus vínculos hacia atrás son cercanos al promedio, sus vínculos hacia adelante son bajos, debido a que su demanda intermedia se centra mayoritariamente en la manufactura y los servicios, y su demanda final se enfoca mayormente en las exportaciones y hogares.

Dentro de la bioindustria, los textiles (31), bioquímicos (30) y productos de la madera (32), representan aproximadamente el 22% de la oferta total de la bioeconomía y fueron destacados previamente por su importancia cuantitativa dentro de la misma, ya que dada su hipotética extracción ocasionan una pérdida elevada en el resto de la economía. Sin embargo, el análisis exclusivamente de sus vínculos con las demás cuentas demuestra que solamente productos de la madera se considera como un producto con relaciones importantes que impulsa el crecimiento de la economía en mayor medida que el promedio de los sectores, destacando la influencia del trabajo y capital. Tanto los textiles como los bioquímicos, carecen de vínculos superiores al promedio de la economía con las demás cuentas, considerándose como ramas independientes. Estos productos tienen una oferta importante en la bioeconomía que destaca por sus importaciones.

Estos resultados permiten describir la estructura de la bioeconomía en España, interpretar de la mejor manera posible el potencial de cada cuenta sobre el resto de la economía, y conocer posibles impulsos económicos que tendrán mayor alcance y fomento de la bioeconomía. Es posible, no solo identificar aquellos productos claves, sino también determinar aquellos productos que aunque no destaquen aún en el mercado, por sus relaciones con el resto de las cuentas o por ser prioritarios para la

Capítulo 4

bioeconomía, pueden ser considerados como estratégicos en el desarrollo de la misma. Este tipo de información es útil a la hora de diseñar futuras estrategias que fomenten el crecimiento de la bioeconomía en España, conociendo las cuentas más apropiadas para concentrar recursos del gobierno de forma eficiente y efectiva.

Los resultados del análisis de la bioeconomía en España, indican que son aquellos productos tradicionales de la bioeconomía, los que se encuentran más desarrollados y por lo tanto destacan por su importancia y/o sus relaciones con las demás cuentas, lo que los convierte en apropiados para tener en cuenta en políticas que busquen el crecimiento de la bioeconomía. Los vínculos analizados predominan por su influencia hacia atrás, porque son grandes demandantes de insumos de las demás cuentas.

La bioeconomía en España es un paradigma reciente que tiene como objetivo principal lograr una economía medioambientalmente más sostenible, basándose en los productos de base biológica. La estrategia publicada en 2016, tiene como objetivo el desarrollo de la misma para que sea considerada como parte esencial de la actividad económica española hacia el año 2030. Teniendo en cuenta esto, será importante invertir no solo en aquellos sectores tradicionales mencionados previamente que destacan como importantes en la economía, sino también los que son importantes a nivel estratégicos, porque permiten la expansión de aquellos productos pertenecientes a la bioeconomía y por lo tanto, el desarrollo de la misma en España.

Para esto, se debe considerar el análisis realizado para los demás productos más “modernos” que incluye esta nueva matriz, dentro de los grupos de bioenergía y bioindustria. En el primer caso, tanto los biocarburantes como la bioelectricidad no representan un valor significativo en la bioeconomía Española. Además, los biocarburantes destacan por su importación y no por sus vínculos con capital y trabajo. Sin embargo, la bioelectricidad presenta vínculos mayores al promedio de los sectores porque predomina la influencia del capital. En el caso de la bioindustria, se observa que su cuantía dentro de la bioeconomía es representativa, principalmente por la influencia de los textiles. Sin embargo, tanto en los textiles como los bioquímicos destaca también el importe de sus importaciones, y no representan vínculos importantes con las demás cuentas de la economía.

Esto representa, que los productos de la bioeconomía considerados como más “modernos”, no han alcanzado su máximo potencial en la Economía Española. Por lo

tanto, para fomentar el crecimiento de la bioeconomía, se debe tener en cuenta que es necesario desarrollar también aquellos productos de base biológica más innovadores incluidos en esta categoría. Aunque algunos no representen un valor significativo dentro de la bioeconomía en España, los vínculos indican que si pueden considerarse como impulsores en la mayoría de los casos. Esto es porque son capaces de generar actividad al resto de la economía más que el promedio (suministro de biomasa, bioelectricidad y productos de la madera) o muy cerca del mismo (biocarburantes, bioquímicos y textiles), por su demanda de insumos de otras ramas y la utilización de capital y trabajo. El desarrollo de estos productos en la economía, necesita de innovación tecnológica e inversión para su implementación, así como también apoyo político, regulación y penetración de los mismos en el mercado fomentando su utilización (Zilberman et al., 2018). El impulso de estos productos, provocará que representen una mayor cuantía en la bioeconomía, y a su vez con sus vínculos hacia atrás y hacia adelante motiven el desarrollo de otras actividades dentro de la misma, impulsando el crecimiento económico.

Al igual que han concluido autores previos, no se puede establecer que un método de análisis estructural es mejor que otro, sino que son herramientas útiles para considerarlas de forma complementaria (Iráizoz, 2006; Sancho & Cardenete, 2014). Los diferentes puntos de vista, son muy importantes para tener un análisis estructural completo que brinde más información a la hora de tomar decisiones que afecten toda la economía.

En esta última parte, este capítulo hace referencia tanto a las limitaciones encontradas como también a posibles líneas de investigación a seguir. En primer lugar, hay que tener en cuenta que este capítulo se basa en diversas metodologías de análisis estructural que trabajan con el modelo de demanda de Leontief y el modelo de oferta de Ghosh, cuyas limitaciones, algunas de las cuales ya han sido mencionadas previamente, tanto para los métodos tradicionales como de extracción (Soza-Amigo & Ramos Carvajal, 2005). Además, en el caso de la metodología de extracción hipotética, aunque hayan surgido varias en la literatura, tal como establecieron Miller y Lahr en la revisión publicada en 2001, cuando el análisis se enfoca en el impacto producido sobre el resto de los sectores al extraer un sector, es decir sin tener en cuenta los efectos intrasectoriales, varias de las metodologías analizadas brindarán resultados idénticos.

Capítulo 4

Por tanto, lo importante es poder conocer el total linkage principalmente y como medida complementaria se pueden calcular las medidas de BL y FL, tal como se ha realizado en este capítulo.

Por otro lado, es necesario mencionar que la identificación de aquellos productos claves o estratégicos para impulsar la bioeconomía Española se ha realizado teniendo en cuenta exclusivamente el ámbito económico. Esto quiere decir, que para una completa recomendación política a seguir se deben considerar también otros tipos de variables, tanto ambientales como sociales, y evitar así posibles inconsistencias con otros objetivos políticos planteados. Esto implica, evitar por ejemplo recomendar la inversión en un sector considerado clave pero cuyas emisiones de CO₂ sean elevadas o el uso de la tierra sea inapropiado, y que por lo tanto se contradiga con otro tipo de objetivos. En la literatura se identifican estudios con este enfoque, por ejemplo analizando el consumo de energía, el agua o las emisiones (Alcántara et al., 2010; Alcántara & Padilla, 2019; Duarte et al., 2002), pero falta poder aplicarlos en España considerando la desagregación de los sectores de la bioeconomía.

Además, este análisis se centra en la economía Española, sin considerar las repercusiones que puede tener el fomento de la misma en otros países. Por ejemplo, el incremento en la producción de biocarburantes de primera generación, aumentará la demanda de materias primas como cereales y semillas oleaginosas necesarias para su producción, que en algunos casos proviene de la economía del mismo país o se importa. Un ejemplo habitual, es el aceite de palma utilizado para la producción de biodiesel proveniente del sudeste asiático. Este caso lleva a un debate actual, relacionado con los conflictos ambientales generados en las tierras de origen de las materias primas utilizadas para producir productos de base biológica (*bio-based*). Este tema ya ha comenzado a regularse con el objetivo de continuar fomentando una bioeconomía de forma sostenible. Aunque en este capítulo no se analizan este tipo de variables, es un tema a tener en cuenta en futuras investigaciones para realizar un análisis completo del posible impacto al fomentar cada producto.

Referencias

- Alcántara, V., del Río, P., & Hernández, F. (2010). Structural analysis of electricity consumption by productive sectors. The Spanish case. *Energy*, 35(5), 2088-2098. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2010.01.027>
- Alcántara, V., & Padilla, E. (2019). Key sectors in greenhouse gas emissions in Spain: An alternative input-output analysis. *Journal of Industrial Ecology*, 1(12) <https://doi.org/10.1111/jiec.12948>
- Ali, Y., Sabir, M., & Muhammad, N. (2019). A comparative input-output analysis of the construction sector in three developing economies of South Asia. *Construction Management and Economics*, 37(11), 643–658. <https://doi.org/10.1080/01446193.2019.1571214>
- Andreosso-O'Callaghan, B., & Yue, G. (2004). Intersectoral linkages and key sectors in China, 1987-1997. *Asian Economic Journal*, 18(2), 165–183. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8381.2004.00188.x>
- Augustinovic, M. (1970). Methods of international and intertemporal comparison of structure. In *Contributions to input-output analysis* (Vol. 1). North-Holland.
- Beltrán, L., Cardenete, M. A., Delgado, M. C., & Nuñez, G. (2016). Análisis estructural de la economía mexicana para el año 2008. *Revista de Economía*, 35(1), 1–38.
- Beltrán, L., Delgado, M. C., & Ríos, H. (2017). Multisectorial analysis and structural change of the Mexican economic for 2003-2012. *Revista de Estudios Regionales*, 110, 69–97. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75555464003>
- Beyers, W. B. (1976). Empirical identification of key sectors : some further evidence. *Environment and Planning A*, 8, 231–236. <https://doi.org/10.1068/a080231>
- Boundi, F. (2016). Análisis input-output de encadenamientos productivos y sectores clave en la economía mexicana. *Revista Finanzas y Política Económica*, 8(1), 55–81. <https://doi.org/10.14718/revfinanzpolitecon.2016.8.1.4>
- Boundi, F. (2017). Análisis insumo-producto multirregional e integración económica del TLCAN. Una aplicación del método de extracción hipotética. *Cuadernos de Economía*, 40(1), 256–267. <https://doi.org/10.1016/j.cesjef.2016.10.004>
- Cai, J., & Leung, P. (2004). Linkage Measures: a Revisit and a Suggested Alternative. *Economic Systems Research*, 16(1), 63–83. <https://doi.org/10.1080/0953531032000164800>
- Cai, J., & Leung, P. (2005). An alternative interpretation of the “pure” linkage measures. *Annals of Regional Science*, 39(1), 49–54. <https://doi.org/10.1007/s00168-004-0212-y>
- Campoy-Muñoz, P., Cardenete, M. A., & Delgado, M. C. (2015). Strategic sectors and employment during the crisis: The case of Andalusia. *Revista de Métodos Cuantitativos Para La Economía y La Empresa*, 20, 25–52. <https://www.upo.es/revistas/index.php/RevMetCuant/article/view/2237>
- Cansino, J., Cardenete, M. A., Ordóñez, M., & Román, R. (2013). Análisis de sectores clave de la economía española a partir de la Matriz de Contabilidad Social de

- España 2007. *Estudios de Economía Aplicada*, 31(2), 18–34. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30128236018>
- Cardenete, M. A. (2011). Análisis comparativo de sectores clave desde una perspectiva regional a través de matrices de contabilidad social: Enfoques alternativos. *Revista de Métodos Cuantitativos Para La Economía y La Empresa*, 12(1), 39–64. <https://www.upo.es/revistas/index.php/RevMetCuant/article/view/2104>
- Cardenete, M. A., Boulanger, P., Delgado, M. C., Ferrari, E., & M'Barek, R. (2012, June). *The agri-food and other bio-based sectors in Spain. A description based on multiplier analysis*. 1st AIEAA Conference-Towards a Sustainable Bio-Economy: Economic Issues and Policy Challenges, Trento, Italy. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.124384>
- Cardenete, M. A., Boulanger, P., Delgado, M. C., Ferrari, E., & M'Barek, R. (2014). Agri-food and bio-based analysis in the Spanish economy using a key sector approach. *Review of Urban and Regional Development Studies*, 26(2), 112–134. <https://doi.org/10.1111/rurd.12022>
- Cardenete, M. A., Fuentes, P., Mainar, A., & Rodríguez, M. C. (2015). Análisis y explotación mediante modelos económicos multisectoriales de la matriz de contabilidad social de Andalucía para 2008. *Regional and Sectoral Economic Studies*, 15(1), 153–168. <https://hdl.handle.net/11441/83521>
- Cardenete, M. A., Fuentes, P., & Polo, C. (2010). Sectores clave de la economía andaluza a partir de la matriz de contabilidad social regional para el año 2000. *Revista de Estudios Regionales*, 88, 15–44. <https://www.redalyc.org/pdf/755/75515627001>
- Cardenete, M. A., & Llanes, G. (2004). *Detección de sectores claves a través de matrices de contabilidad social: una propuesta alternativa* (Serie Economía E2004/65). Fundación Centro de Estudios Andaluces. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1319196>
- Cardenete, M. A., Llanes, G., Lima, M. C., & Rodríguez, M. C. (2009). Detection of Key Sectors By Using Social Accounting Matrices. *Journal of Applied Input-Output Analysis*, 13, 83-91.
- Cardenete, M. A., & López, J. (2012). Estructura y evolución de los sectores económicos estratégicos y del empleo de la economía andaluza a partir del marco Input-Output 1995-2000-2005. *Revista de Estudios Regionales*, 95, 39–72. <https://www.redalyc.org/pdf/755/75525394001>
- Cardenete, M. A., & López, J. (2015). Análisis de sectores clave a través de Matrices de Contabilidad Social: El caso de Andalucía. *Estudios de Economía Aplicada*, 33(1), 203–222. <https://www.redalyc.org/pdf/301/30133775010>
- Cardenete, M. A., & Sancho, F. (2006). Missing links in key sector analysis. *Economic Systems Research*, 18(3), 319–325. <https://doi.org/10.1080/09535310600844409>
- Cella, G. (1984). The Input-Output Measurement of Interindustry Linkages. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 46(1), 73–84.

- Chenery, H., & Watanabe, T. (1958). International Comparisons of the Structure of Production. *Econometrica*, 26(4), 487. <https://doi.org/10.2307/1907514>
- Clements, B. (1990). On the decomposition and normalization of interindustry linkages. *Economics Letters*, 33(4), 337–340. [https://doi.org/10.1016/0165-1765\(90\)90084-E](https://doi.org/10.1016/0165-1765(90)90084-E)
- de Mesnard, L. (2009). Is the Ghosh model interesting?*. *Journal of Regional Science*, 49(2), 361–372. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9787.2008.00593.x>
- Dietzenbacher, E. (1992). The measurement of interindustry linkages. Key sectors in the Netherlands. *Economic Modelling*, 9(4), 419–437. [https://doi.org/10.1016/0264-9993\(92\)90022-T](https://doi.org/10.1016/0264-9993(92)90022-T)
- Dietzenbacher, E. (1997). In Vindication of the Ghosh Model: A Reinterpretation as a Price Model. *Journal of Regional Science*, 37(4), 629–651. <https://doi.org/10.1111/0022-4146.00073>
- Dietzenbacher, E. (2002). Interregional Multipliers : Looking Backward, Looking Forward. *Regional Studies*, 36(2), 125-136. <https://doi.org/10.1080/00343400220121918>
- Dietzenbacher, E. (2005). More on multipliers *. *Journal of Regional Science*, 45(2), 421–426. <https://doi.org/10.1111/j.0022-4146.2005.00377.x>
- Dietzenbacher, E., & Lahr, M. (2013). Expanding extractions. *Economic Systems Research*, 25(3), 341–360. <https://doi.org/10.1080/09535314.2013.774266>
- Dietzenbacher, E., & van der Linden, J. (1997). Sectoral and spatial linkages in the EC production structure. *Journal of Regional Science*, 37(2), 235–257. <https://doi.org/10.1111/0022-4146.00053>
- Dietzenbacher, E., van der Linden, J., & Steenge, A. (1993). The Regional Extraction Method: EC Input-Output Comparisons. *Economic Systems Research*, 5(2), 185–206. <https://doi.org/10.1080/09535319300000017>
- Duarte, R., Sánchez-Chóliz, J., & Bielsa, J. (2002). Water use in the Spanish economy: An input-output approach. *Ecological Economics*, 43(1), 71–85. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00183-0](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00183-0)
- Freytag, A., & Fricke, S. (2017). Sectoral linkages of financial services as channels of economic development—An input–output analysis of the Nigerian and Kenyan economies. *Review of Development Finance*, 7(1), 36–44. <https://doi.org/10.1016/j.rdf.2017.01.004>
- Ghosh, A. (1958). Input-Output Approach in an Allocation System. *Economica*, 25(97), 58. <https://doi.org/10.2307/2550694>
- Górska, R. (2015). Backward and forward linkages based on an input-output analysis – comparative study of Poland and selected European countries. *Applied Econometrics Papers*, 2(1), 30–50.
- Hazari, B. (1970). Empirical Identification of Key Sectors in the Indian Economy. *The Review of Economics and Statistics*, 52(3), 301–305. <https://doi.org/10.2307/1926298>

Capítulo 4

- Hewings, G., Sonis, M., Guo, J., Israilevich, P., & Schindler, G. (1998). The Hollowing-Out Process in the Chicago Economy, 1975-2011. *Geographical Analysis*, 30(3), 217–233. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1998.tb00397.x>
- Hirschman, A. (1958). *The strategy of economic development*. Yale University Press.
- Iráizoz, B. (2006). ¿Es determinante el método en la identificación de los sectores clave de una economía? Una aplicación al caso de las tablas Input-Output de Navarra. *Estadística Española*, 48(163), 551–585.
- Jones, L. (1976). The Measurement of Hirschmanian Linkages. *The Quarterly Journal of Economics*, 90(2), 323–333. <https://doi.org/10.2307/1884635>
- Lenzen, M. (2003). Environmentally important paths, linkages and key sectors in the Australian economy. *Structural Change and Economic Dynamics*, 14(1), 1–34. [https://doi.org/10.1016/S0954-349X\(02\)00025-5](https://doi.org/10.1016/S0954-349X(02)00025-5)
- Leontief, W. (1953). *Studies in the Structure of the American Economy*. Oxford University Press.
- Leung, P., & Pooley, S. (2002). Regional Economic Impacts of Reductions in Fisheries Production : A Supply-Driven Approach. *Marine Resource Economics*, 16, 251–262. <https://doi.org/10.1086/mre.16.4.42629336>
- Lima, M. C., Cardenete, M. A., Hewings, G., & Vallés, J. (2004). A structural analysis of a regional economy using Social Accounting Matrices : 1990-1999. *Journal of Regional Research*, 5, 113–138. <http://hdl.handle.net/10017/32287>
- Mainar, A. (2019). Análisis de los sectores de Bioeconomía a través de matrices de contabilidad social específicas (BioSAMs): el caso de España. *Investigaciones Regionales*, 3(45), 273–282.
- Mainar, A., & Flores, M. (2013). Análisis de una economía regional a partir de modelos multisectoriales la matriz de contabilidad social de Aragón 2005. *Regional and Sectoral Economic Studies*, 13(1), 143–161.
- Mainar, A., Philippidis, G., & Sanjuán, A. I. (2020). Constructing an open access economy-wide database for bioeconomy impact assessment in the European Union member states. *Economic Systems Research*, 1–24. <https://doi.org/10.1080/09535314.2020.1785848>
- Miller, R., & Blair, P. (2009). *Input-output analysis: foundations and extensions* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Miller, R., & Lahr, M. (2001). A Taxonomy of Extractions. In M. L. Lahr (Ed.), *Regional Science Perspectives in Economic Analysis* (Vol. 1, pp. 407–441). Elsevier Science.
- Oosterhaven, J. (1988). On the plausibility of the supply-driven input-output model. *Journal of Regional Science*, 28(2). <https://doi.org/10.1111/j.1467-9787.1988.tb01208.x>
- Oosterhaven, J. (1989). The supply-driven Input-Output model: a new interpretation but still implausible. *Journal of Regional Science*, 29(3), 459–465. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9787.1989.tb01391.x>
- Paelinck, J., De Caebel, J., & Degueldre, J. (1965). Analyse quantitative de certaines phénomènes du développement régional polarisé: Essai de simulation statique

- d'itérarires de propogation. *Bibliothèque de l'Institut de Science économique*, 7, 341–387.
- Philippidis, G., & Sanjuán, A. I. (2018). A Re-Examination of the Structural Diversity of Biobased Activities and Regions across the EU. *Sustainability (Switzerland)*, 10(11), 4325. <https://doi.org/10.3390/su10114325>
- Philippidis, G., Sanjuán, A. I., Ferrari, E., & M'Barek, R. (2014). Employing social accounting matrix multipliers to profile the bioeconomy in the EU member states: Is there a structural pattern? *Spanish Journal of Agricultural Research*, 12(4), 913–926. <https://doi.org/10.5424/sjar/2014124-6192>
- Pulido, A., & Fontela, E. (1993). *Análisis Input-Output: modelos, datos y aplicaciones*. Pirámides.
- Rasmussen. (1956). *Studies in Inter-sectorial Relations*. North-Holland.
- Sancho, F., & Cardenete, M. A. (2014). Multisectoral tools for key sectors analysis in regional analysis [Instrumentos multisectoriales para la detección de sectores clave en el análisis regional]. *Revista de Estudios Regionales*, 100, 131–146.
- Schultz, S. (1977). Approaches to Identifying Key Sectors Empirically by Means of Input-Output Analysis. *The Journal of Development Studies*, 14(1), 77–96. <https://doi.org/10.1080/00220387708421663>
- Seung, C., & Waters, E. (2013). Calculating impacts of exogenous output changes : application of a social accounting matrix (SAM) model to Alaska fisheries. *The Annals of Regional Science*, 51(2), 553–573. <https://doi.org/10.1007/s00168-012-0546-9>
- Song, Y., & Liu, C. (2007). An Input – Output Approach for Measuring Real Estate Sector Linkages. *Journal of Property Research*, 24(1), 71–91. <https://doi.org/10.1080/09599910701297697>
- Song, Y., Liu, C., & Langston, C. (2006). Linkage measures of the construction sector using the hypothetical extraction method. *Construction Management and Economics*, 24(6), 579–589. <https://doi.org/10.1080/01446190500435358>
- Sonis, M., Guilhoto, J., Hewings, G., & Martins, E. (1995). Linkages, Key Sectors, and Structural Change: Some New Perspectives. *The Developing Economies*, 33(3), 243–246. <https://doi.org/10.1111/j.1746-1049.1995.tb00716.x>
- Sonis, M., Guo, J., & Hewings, G. (1997). Comparative Analysis of China's Metropolitan Economies: An Input-Output Perspective. In M. Chatterji & Y. Kaizhong (Eds.), *Regional Science in Developing Countries* (pp. 147–162). Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-1-349-25459-0_11
- Sonis, M., & Hewings, G. (1999). Economic landscapes: Multiplier product matrix analysis for multiregional input-output systems. *Hitotsubashi Journal of Economics*, 40(1), 59–74. <https://www.jstor.org/stable/43296013>
- Sonis, M., Hewings, G., & Guo, J. (2000). A new image of classical key sector analysis: Minimum information decomposition of the Leontief inverse. *Economic Systems Research*, 12(3), 401–423. <https://doi.org/10.1080/09535310050120952>

Capítulo 4

- Soza-Amigo, S. (2007). *Análisis Estructural Input-Output: Antiguos Problemas y Nuevas Soluciones*. [tesis de doctorado, Universidad de Oviedo]. <https://www.tesis-enred.net/handle/10803/11106;jsessionid=F8499694E50179A22AE8A264E23F2732>
- Soza-Amigo, S., & Ramos Carvajal, C. (2005). Replanteamiento del análisis estructural a partir del análisis factorial: una aplicación a economías europeas. *Estudios de Economía Aplicada*, 23(2), 363–384. <https://www.redalyc.org/pdf/301/30123206>
- Strassert, G. (1968). Zur bestimmung strategischer sektoren mit hilfe von input-output-modellen. *Jahrbücher Für Nationalökonomie Und Statistik*, 182(1), 211–215. <https://doi.org/10.1515/jbnst-1968-0114>
- Temurshoev, U. (2010). Identifying optimal sector groupings with the hypothetical extraction method. *Journal of Regional Science*, 50(4), 872–890. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9787.2010.00678.x>
- Temurshoev, U., & Oosterhaven, J. (2014). Analytical and empirical comparison of policy-relevant key sector measures. *Spatial Economic Analysis*, 9(3), 284–308. <https://doi.org/10.1080/17421772.2014.930168>
- Vale, M., & Stoyanov, M. (2017). *Regional bioeconomy profiles including socio- economic and environmental impacts: two case studies*. BioSTEP. <https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5b40cddb2&appId=PPGMS>
- Zilberman, D., Gordon, B., Hochman, G., & Wesseler, J. (2018). Economics of sustainable development and the bioeconomy. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 40(1), 22–37. <https://doi.org/10.1093/aep/px051>

Anexo IV

Tabla 1. Detalle de las principales aportaciones en las metodologías de sectores claves según cada autor

Autores	Año	Descripción
Métodos tradicionales		
Rasmussen	1956	Coeficientes de la Inversa de Leontief
Chenery & Watanabe	1958	Coeficientes matriz A y matriz B
Hirschman	1958	Coeficientes de la Inversa de Leontief. Introduciendo los conceptos de BL y FL, y clasificación de sectores.
Augustinovics	1970	Uso de matriz B y la inversa de Ghosh para el FL
Jones	1976	Uso de Inversa de Ghosh para el FL
Sonis, Hewings & Sulistyowati	1997	Matriz Producto Multiplicador: paisaje tridimensional
Métodos de Extracción Hipotética		
Paelinck, De Caemel & Deguelde	1965	Pioneros en el desarrollo de la metodología de extracción hipotética. Cálculo eslabonamiento total eliminando el sector.
Strassert	1968	
Schultz	1977	Llevado a la práctica en inglés
Cella	1984	Total linkage y separación del BL y FL con Leontief, sin eliminar el sector (con ceros).
Clements	1990	Considera que el FL de Cella está sobrevalorado y el BL subvalorado.
Dietzenbacher, van der Linden & Steenge	1993	A partir de Cella utiliza Leontief para calcular BL y Ghosh para FL. Varía si se elimina toda la columna o toda la fila.
Dietzenbacher & Van der Linden	1997	
Sonis, Hewings & Martins	1995	Considera que se debe descomponer la rama para estudiarla. Origen de "pure linkage".
Duarte, Sánchez-Chóliz & Bielsa	2002	Separa los componentes de Cella, incluyendo componentes externos, internos y mixtos.
Miller & Lahr	2001	Revisión de metodologías de extracción hipotética.
Cai & Leung	2004	Reordena la metodología aplicada por Cella y propone alternativa.
Cai & Leung	2005	Alternativa a Sonis et al. 1995. Plantea nuevo "pure linkage".

Fuente: elaboración propia basada en Cardenete y Llanes (2004).

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONS **(CONCLUSIONES FINALES)**

5.1 Summary of main results and conclusions

To end this doctoral thesis, this chapter briefly presents the main conclusions that emerge from the analyses carried out in each chapter, synthesizing and interpreting the results obtained. The main objective of the thesis was to analyse the bioeconomy in Spain for the year 2010. Multisectoral models and different analysis techniques were used to know the economic importance of Spanish bioeconomy products and the links between them and the rest of the economy, as well as their influence on employment and the foreign sector. This analysis is a useful tool that provides essential information to guide socio-economic policies focused on reducing negative impacts on the environment.

The first contribution is the extended literature review on the fields of business and economics presented in Chapter one, which illustrates the importance given in recent years to an economy focused on a sustainable path, demonstrated by the increase in publications on topics related to the bioeconomy, the green economy, and the circular economy.

First, a descriptive analysis of the current literature was carried out, recording the origin and evolution of the topic in addition to the most popular sources and the authors. The literature was subsequently categorised, identifying trends in publications related to the design and analysis of policies and applications in some sectors. This section demonstrates that research is lacking on issues related to business implementation and evaluation of the social, economic, and environmental measurement of the impacts. In the same chapter, the literature review was updated and the study focused only on the bioeconomy. The aim was to analyze and classify the different methodologies used, as well as the database and variables that are considered to measure the impact of the bioeconomy.

The conclusion was that there is a predominance of papers that attempt to analyze the economic impact and fewer that focus on the environmental and social impacts. Although there are no unifying indicators and databases to analyse the impact of the bioeconomy, the literature review enabled us to identify that multisectoral analysis methodologies and the multi-regional model stand out, by means of the input-output or SAM tables. As for data collection related to the bioeconomy, different options are used in the literature based on official statistics estimations and/or information obtained through questionnaires or interviews with experts.

The BioSAM, developed by the JRC for all members of the European Union for 2010 and published in June 2018, is a reliable and previously used database. The BioSAM for Spain was used to construct the database used in this thesis. Chapter 2 outlines its transformation into a bioeconomy matrix for Spain for the year 2010, with a symmetric product-by-product framework and valued at basic prices. This matrix includes 53 bioeconomy products and 27 non-bioeconomy products. In this thesis we worked with a subgroup of 36 products, classified into 6 groups: agriculture, food industry, biomass, bioenergy, bioindustry, and non-bio. In addition, the matrix has two factors of production accounts (work and capital), three accounts for taxes, two for private consumption (corporations and households), one for the government, one for savings and investment, and one for the rest of the world. We understand that this matrix is a useful contribution as a database for this thesis, and it can also be used for different analyses in future research.

The matrix enabled us to obtain a descriptive analysis of the Spanish bioeconomy, and it was also used as a database for economic modeling by means of the different multisectoral analysis techniques applied in Chapters 3 and 4. This type of model enables us to know the productive structure of the Spanish economy and understand the linkages between the different accounts of an economy. Variables can be assigned as endogenous using multipliers and the direct, indirect, or induced impacts generated in the economy due to exogenous economic changes in the final demand or primary inputs of some products can be determined. Furthermore, the linkages give information on the capacity of each bioeconomy account to generate income or increase employment in the rest of the economy, or to explain how the rest of the economy would be affected by their hypothetical extraction. These results enable us to identify the most suitable sectors to be promoted for developing policies focused on fostering the bioeconomy and economic growth.

Chapter 3 includes the linear SAM multiplier analysis, with the diffusion and absorption multipliers. Both multipliers are decomposed into their different effects, own, open, and circular, to establish the origin and relevance of the different circuits of interdependence of each effect. The employment multiplier was also calculated to explain how sensitive each bioeconomy product was in terms of employment due to an exogenous demand side shock. In the last part of this chapter we apply two methodologies to attempt to know the influence of and the existing links between the foreign sector and the rest of the economy.

Capítulo 5

The accounting multiplier results and their decomposition show that among bioeconomy products, those grouped under food, biomass, and agriculture stand out for their greatest influence. Within agriculture and food, the accounts related to livestock, the meat industry, dairy and beverages, and tobacco products stand out. The high diffusion multiplier indicates that various inputs of other products are used for their own production, therefore if demand is stimulated, the impact on the rest of the economy will be above average.

Regarding employment generation, in this case the food industry does not stand out. The products with the highest employment multiplier values are in the agriculture and biomass group, and there is only white and red meat and rice in the food group, given that they are labour-intensive sectors. Within the agriculture group, many crop products stand out, including cereals, vegetables, oil plant, and industrial crops, but they do not have a high diffusion effect.

The novelty of the matrix used in this thesis is that it provides disaggregated products for the bioenergy and bioindustry groups. Bioenergy includes bioelectricity and 1st and 2nd generation biofuels. Bioethanol and biodiesel are included among the 1st generation biofuels, representing the highest value products in the group. Nonetheless, all the bioenergy products represent less than 0.5% of the total bioeconomy. Continuing with the main results and analysis of the conclusions, the BL multiplier within this group stands out only for bioelectricity due to the influence of capital, with values very close to the average in the case of biofuels. The influence of employment in this product group is low.

Regarding the bioindustry, biochemical, textile, and wood products represent 22% of the total bioeconomy, with textiles standing out. In this group, only wood products have an above average diffusion effect and employment multiplier.

In both groups of products, output demand is divided into intermediate consumption concentrated in a few products, and the export of biofuels and biochemicals and the private consumption of bioelectricity and textiles is highlighted in terms of final demand.

Considering the influence of the foreign sector through analysing two different methodologies, the values of some product multipliers increase and become more significant due to their import dependence. The linkages between the income of the sectors and the demand for imports show that when there is an increase in production due to an increase in demand, the impact will be linked to an increase in their foreign sector. Therefore, the low

multiplier of some products will be increased by endogenizing the effect of the foreign sector. The influence of the foreign sector shows that imports stand out mainly in agriculture at more than 40% for cereals, oil seeds, and industrial crops, and at more than 30% for biofuels, biochemicals, and textiles.

One of the main conclusions of this chapter is that many bioeconomy products have the potential to promote the rest of the economy and employment. According to the results, some products have high employment and output multipliers, confirming that these are key bioeconomy products for receiving exogenous income injections. These products - fruit, other crops, extensive and intensive livestock and products, and raw milk – are in the agriculture group, considering the biomass group (energy crops and forestry) and wood products to be within the bioindustry, and only white and red meat and rice within the food group.

In Chapter 4, the structural analysis of the Spanish Economy with a focus on the bioeconomy is examined in greater depth by applying different methodologies that allow products to be classified according to their importance, attributed by their value and their relationships with the rest of the accounts of the economy. First, traditional structural analysis methods were used, followed by the integration of the hypothetical extraction methodology. In each case, the “backward” (BL) and “forward” (FL) influence of each account was analyzed. These indicators make it possible to classify the Spanish economy sectors, especially those belonging to the bioeconomy, specifying which ones can be considered key or strategic to receive incentives and have a positive impact on the rest of the economy.

The results obtained after applying the different methodologies confirm some of the conclusions mentioned previously in Chapter 3. Moreover, they help to describe and understand the Spanish bioeconomy structure and its relationships within the country's economy in a more comprehensive way. The results in this chapter show that the quantitative values of the non-bioeconomy products in the total economy stand out. Nevertheless, many products of the Spanish bioeconomy can be considered to be keys or drivers able to stimulate the economy through exogenous investment measures.

Within the latter, mainly the food industry for meat, dairy, and beverage products, and the bioindustry stand out for their quantitative value in the total economy. Furthermore, they also stand out for their linkages with other sectors. For the bioindustry, only wood products have an above-average linkage, although the other products have close to average values.

Capítulo 5

Even though some bioeconomy products do not have a significant output value, it can be asserted that they have important linkages with the other accounts. Therefore, they can be considered to influence the economy by promoting exogenous final demand or primary inputs injections. These linkages stand out for their backward relationships, showing the significance of the products that use various inputs of other products and labour and capital for their own production. Similarly, their forward linkages show that they mainly stand out in terms of intersectoral consumption concentrated in a few sectors.

The results studied using different structural analysis methodologies show that the group of biofuel products that include bioenergy have a below-average linkage and less representative value. Furthermore, the biomass group also has a low value in terms of the bioeconomy total. Although the bioindustry has a high value, the linkages among the rest of the economy accounts are low. For most products within these three groups, however, the linkages have values close to the economy average.

The final conclusions of this thesis thereby provide the opportunity to understand the behaviour of the bioeconomy in Spain and to evaluate possible measures that can be taken to promote its development. Given that it also allows the main accounts of the bioeconomy in Spain and their capacity to generate growth and employment to be identified, this type of analysis is a useful tool for policy-makers to help them make decisions related to actions and investments focused on the bioeconomy.

According to the analysis obtained by applying different methodologies with our matrix, the final conclusions show that the bioeconomy in Spain is more focused on traditional sectors such as agriculture, biomass, and food. The more innovative bio-based products have not yet played a significant role in the Spanish bioeconomy. Bioenergy products mainly stand out for their low values.

Hence, this thesis concludes that to promote the Spanish bioeconomy, the sectors with the greatest influence on wealth and employment, thus encouraging the economy and shown by its multipliers, must be stimulated. These are mainly the ones mentioned previously within agriculture, food, and biomass, but those without significant values in the economy or those whose multipliers do not stand out should also be considered. From this perspective, these sectors should also be promoted (mainly those included within bioenergy and the bioindustry) to shift towards a bio-based economy. The transition from a fossil-based economy to a bio-

based economy is already a reality. Consequently, the Spanish bioeconomy must also focus on promoting the sectors with future potential.

The main objectives of the Spanish Bioeconomy Strategy Horizon 2030, published in 2016, focus on the agri-food sector, forestry, the bioindustry, and bioenergy, demonstrating that these goals must be achieved to create an economy that uses biological resources and avoids fossil-based resources. Consequently, this research suggests that the bioeconomy in Spain still has a long way to go. To progress, not only do the most prominent products need to be promoted, but some of the less important sectors need to be promoted too. In so doing, demand for their products and their production also increases, having a knock-on effect on the rest of the economy and employment. For this to happen, these sectors should be boosted, encouraging investment, innovation, and research, enabling new ways of bio-based production to be obtained, with these new products promoted in the market to increase demand for their development. As their participation in the market increases, their production will likewise be increased, together with the use of inputs from other sectors and employment.

The results suggest, for instance, that the use of some bioproducts could be promoted with policies offering an extra stimulus for using them. For example, there could be benefits for companies that use renewable energy and bio-based inputs, or policies that set mandatory percentages for the consumption and sale of some bio-based products. Moreover, policies can intervene in the sectors whose production is largely distributed towards final demand by promoting the consumption of more sustainable bio-based products.

In 2020, a significant step forward was taken at the European level to face the challenges of the environment and climate change. First, there was the “European Green Deal” whose main objective is fighting against climate change and making Europe and each member country climate-neutral by 2050 (European Commission, 2019). To achieve this end, a transformation on current lifestyle, work, production, and consumption patterns was proposed, including innovation to be able to stop actions that are negative for the environment. The agreement is important not only because it combats climate change but also because it serves to unify European policies that focus on a more sustainable path from different starting points. The “Just Transition Mechanism” fund and the “European Climate Law” have been created for this purpose. Later the same year, and prompted by the economic crisis caused by the COVID-19 pandemic, the European Union also created an economic

recovery fund in which environmental transition is considered as one of the strategic objectives to which resources must be allocated. The funds are focused on Europe's economic recovery, while also taking climate change and a modern, clean, healthy economy focused on sustainability, guaranteeing the livelihood of future generations, into account. In terms of these funds, Spain is one of the countries that is benefitting most.

The last steps emphasize the relevance of focusing on the environment and change the current course of our economy to become more sustainable. To achieve these goals, the European Union stresses the importance of focusing on a circular bioeconomy. In the case of Spain, to reach a bioeconomy not only must its own policy be published but also those related to it, in addition to having an investment strategy, promoting and developing actions plans and markets, innovating in relation to the objectives set, and promoting their monitoring and measurement. This type of analyses can help policy makers in decision-making processes related to investment destinations that not only promote a positive multiplier effect in the rest of the economy, but also fulfil the targets set by current policies.

5.2 Limitations

Most of the caveats and limitations of this research have already been mentioned in each chapter. However, we consider it appropriate to mention the most relevant ones again. Within the limitations due to the use of just one database when the literature review was carried out, it is important to take into account the possibility of there being papers or reports relevant to the bioeconomy that were not in that database and were therefore left out. Moreover, while the literature review was carried out in the first stage of the doctoral thesis and a specific date set for its completion, throughout the writing of the thesis we continued to receive the papers published about this topic each week in order to keep our knowledge of the subject updated.

Regarding Chapter two, the starting point in the construction of the Bioeconomy SAM symmetric product-by-product at basic prices was the BioSAM, the construction of which involves some difficulties and estimations (Fuentes et al., 2017) which were also encountered when it was converted to the matrix with the previously explained characteristics. Furthermore, although the matrix used was the last official database published in 2018, it also contains data for the year 2010, and so may not reflect the current situation of the bioeconomy in Spain. Despite the fact that the new input-output tables for Spain for 2016

were published by the National Institute of Statistics (INE) in December 2019, due to their late publication and the difficulty in obtaining data to carry out the correct disaggregation of the bioeconomy accounts, it was not possible to use these updated data. Taking the fact that the bioeconomy is a hot topic into account and given the interest in its promotion by all governments and especially by the European Union, it is expected that the update of the BioSAM matrices will soon be published. Therefore, the analysis of the evolution of the bioeconomy in Spain will be able to be continued.

As for the methodologies used, the limitations of the multisectoral linear SAM model, mainly including the linear behaviour of economic agents and constant technical coefficients over time (Defourny & Thorbecke, 1984), must be mentioned once again. Moreover, the structural analysis in Chapter 4 is based on different methodologies that used different matrices, taking the Leontief demand-driven model and the Ghosh supply-driven model into account. Both of these models have their detractors and limitations, with the Ghosh supply model used to calculate FL especially intensely debated in the literature (Boundi, 2016; Cella, 1984; Dietzenbacher, 1997; Miller & Lahr, 2001; Soza-Amigo & Ramos Carvajal, 2005).

Despite the above-mentioned limitations, every methodology applied in this thesis has already been used in previous research and they have all been cited as examples in the literature review of each chapter. Likewise, the results obtained must be interpreted with caution, considering the limitations of the model and the database.

5.3 Future line of research

If the worldwide target is progress in achieving the sustainable development goals published by the United Nations in 2015, the bioeconomy must be regarded as the new economic paradigm in each country. To this end, greater collaboration is required amongst stakeholders and interested parties, so that not only the government and public policies are considered, but also research and science development and those responsible for companies' decision-making.

Besides stakeholder coordination, the conclusions of the literature review focus on the need to unify concepts to measure the bioeconomy, based on variables, indicators, and homogeneous databases that allow the measurement and comparison of its impact for each economy. There are currently initiatives that focus on connecting these such as the

Capítulo 5

'*Bioeconomy Knowledge Centre*' platform developed by the European Commission, which aims to exchange, interact, and share knowledge and information in a “virtual meeting place” for stakeholders across Europe.³⁴ It is hoped that this space can help disseminate science on these issues, as well as unify concepts and methodologies that can be applied to implement and evaluate them.

Subsequently, and given the need that had arisen, in June 2018 a new project emerged called “*Monitoring the Bioeconomy: Bio-Monitor*”, funded under H2020 and coordinated by Wageningen University, and which is to end on 31st May 2022.³⁵ The main objective of this project is “*to establish a sustainable data and modelling framework for quantification of the bioeconomy and its economic, environmental, and social impacts in the EU and its Member States*”. We believe that the results will be an important contribution to continue with more efficient bioeconomy research.

The priority over the last year has been funds provided for the economic recovery due to the COVID-19 crisis, with a special focus on promoting the transition to a sustainable economy. According to this, research on the bioeconomy and related topics needs to be increased to know the impact of the pandemic in some sectors and to identify which ones are more appropriate to promote to achieve the required economic recovery in a more sustainable way.

This thesis also focuses on the socio-economic analysis of the bioeconomy in Spain, without taking any environmental variables into account. This means that future lines of research could consider some variables for the environmental analysis of the bioeconomy based on objectives previously established by other similar policies. In this way, decisions that really consider a complete sustainable approach can be taken.

Regarding the environmental perspective, there are some issues that are still discussed within the bioeconomy and therefore it is important that they are mentioned in this section and considered as future lines of research. As an example, it is important to consider the different environmental goals published by the European Union and to evaluate the influence of the bioeconomy to achieve them. An evident example is the need to connect the economic

³⁴ https://ec.europa.eu/knowledge4policy/bioeconomy_en

³⁵ <http://biomonitor.eu/>

analysis of each sector with the greenhouse gas emissions analysis to know the impact of each sector on emissions and to be able to make more comprehensive recommendations.

The use of crops such as soybeans, corn, and sugar cane to produce new bio-based products like first generation biofuels is discussed. As these feedstocks are also used for food consumption, there is competition between non-food bio-based and food products for them, resulting in price increases and food safety risks (Hochman et al., 2014). In addition, these types of crops in demand to produce biofuel are associated with indirect and direct land use change, for example the burning of forest areas, the marginal use of land caused by monoculture, the loss biodiversity, and bad working conditions, among others (Bracco et al., 2019; Pfau et al., 2014). This implies that without taking into account the analysis of environmental and social variables, the promotion of the bioeconomy may not benefit the environment in some cases. Additionally, feedstocks are normally grown outside the country of analysis, meaning that the potential negative environmental consequences will be reflected in the country from where the crop originated. For this reason, to minimize any negatives consequences, it is essential to take into account and evaluate the environmental impacts associated with the expansion of the bioeconomy production in future research.

There are already many lines of research about these topics, focused for example on the analysis of the footprint generated by the increasing consumption of biomass as input for bioproducts, in addition to the land use change associated with them (Brizga et al., 2019; Bruckner et al., 2019). In this case, the multiregional input-output models enable the bioeconomy to be monitored in the country of analysis and the country of origin of the crop, considering a variety of socio-economic and environmental data. However, more disaggregated data on bio-based products is still lacking (Bruckner et al., 2019; Budzinski et al., 2017).

One current project carried out by the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) is the *"Towards sustainable bioeconomy guidelines"* (FAO, 2017; Gomez et al., 2019).³⁶ Focused on monitoring the bioeconomy, its main objective is the identification of indicators that enable the performance of the bioeconomy towards sustainable development to be monitored and evaluated. The results will be another interesting contribution for the

³⁶ <http://www.fao.org/3/ca5145en/ca5145en.pdf>

Capítulo 5

bioeconomy analysis, which will serve as a guide for countries interested in developing and implementing their bioeconomy strategies in a sustainable way.

The importance of considering the environmental approach in future research lines is confirmed by the increase in scientific literature as mentioned previously, and also in public policies published recently focused on promoting the bioeconomy while avoiding causing environmental problems such as deforestation, increased GHG emissions, and food security. One example is the previously mentioned Spanish Bioeconomy Strategy, which promotes the production of bio-based products using feedstocks that do not compete with food. To this effect, in 2015 Spain set a limit of 7% in the use of conventional biofuels, due to concern that conventional biofuels would compete with the demand for food. Furthermore, the Spanish Bioeconomy Strategy has another objective, the production and commercialization of bio-based products obtained from feedstocks not used for human or animal consumption, in order to take into account processes that are socially and environmentally successful. Moreover, the new regulation lays down that the use of crops for biofuel production requires sustainability certification, aimed at guaranteeing that the raw material does not come from protected areas with high biodiversity or biodiversity in danger of extinction. Thus, the eradication of the use of biofuels that come from unsustainable crops is expected.

The main focus in the last 10 years has been a more efficient pathway towards a more sustainable economy, and thanks to research on this topic the way to achieve this is now better known. The bioeconomy development in Spain is a way to incorporate a new productive model taking the economics of the country into account while continuing to be concerned with social and environmental issues. However, its progress needs to be monitored based on specific goals, and its social, economic, and environmental impacts need to be monitored to ensure its evolution.

References

- Boundi, F. (2016). Análisis input-output de encadenamientos productivos y sectores clave en la economía mexicana. *Revista Finanzas y Política Económica*, 8(1), 55–81. <https://doi.org/10.14718/revfinanzpolitecon.2016.8.1.4>
- Bracco, S., Tani, A., Calicioglu, O., Gomez, M., & Bogdanski, A. (2019). Indicators to monitor and evaluate the sustainability of bioeconomy: Overview and a proposed way forward (No. 77). <http://www.fao.org/3/ca6048en/ca6048en.pdf>
- Brizga, J., Miceikienė, A., & Liobikienė, G. (2019). Environmental aspects of the implementation of bioeconomy in the Baltic Sea Region: An input-output approach. *Journal of Cleaner Production*, 240. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118238>
- Bruckner, M., Hayha, T., Giljum, S., Maus, V., Fischer, G., Tramberend, S., & Borner, J. (2019). Quantifying the global cropland footprint of the European Union's non-food bioeconomy. *Environmental Research Letter*, 14(4), 045011. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab07f5>
- Budzinski, M., Bezama, A., & Thrän, D. (2017). Monitoring the progress towards bioeconomy using multi-regional input-output analysis: The example of wood use in Germany. *Journal of Cleaner Production*, 161, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.090>
- Cella, G. (1984). The Input-Output Measurement of Interindustry Linkages. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 46(1), 73–84.
- Defourny, J., & Thorbecke, E. (1984). Structural Path Analysis and Multiplier Decomposition within a Social Accounting Matrix Framework. *The Economic Journal*, 94(373), 111–136. <https://doi.org/10.2307/2232220>
- Dietzenbacher, E. (1997). In Vindication of the Ghosh Model: A Reinterpretation as a Price Model. *Journal of Regional Science*, 37(4), 629–651. <https://doi.org/10.1111/0022-4146.00073>
- European Commission. (2019). *The European Green Deal*. Communication European Parliament. <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/ALL/?uri=CELEX:52019DC0640>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (2017). *Towards Sustainable Bioeconomy Guidelines*. Climate and Environment Division (CED). <http://www.fao.org/3/ca5145en/ca5145en.pdf>
- Fuentes, P., Mainar, A., & Ferrari, E. (2017). The role of bioeconomy sectors and natural resources in EU economies: A social accounting matrix-based analysis approach. *Sustainability (Switzerland)*, 9(12). <https://doi.org/10.3390/su9122383>
- Gomez, M., Bogdanski, A., & Dubois, O. (2019). *Towards Sustainable Bioeconomy: Lessons learned from case studies* (Working Paper No. 73). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/3/ca4352en/ca4352en.pdf>
- Hochman, G., Rajagopal, D., Timilsina, G., & Zilberman, D. (2014). Quantifying the causes of the global food commodity price crisis. *Biomass and Bioenergy*, 68, 106–114.

<https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2014.06.012>

Miller, R., & Lahr, M. (2001). A Taxonomy of Extractions. In M. L. Lahr (Ed.), *Regional Science Perspectives in Economic Analysis* (Vol. 1, pp. 407–441). Elsevier Science.

Pfau, S., Hagens, J., Dankbaar, B., & Smits, A. (2014). Visions of sustainability in bioeconomy research. *Sustainability (Switzerland)*, 6(3), 1222–1249. <https://doi.org/10.3390/su6031222>

Soza-Amigo, S., & Ramos Carvajal, C. (2005). Replanteamiento del análisis estructural a partir del análisis factorial: una aplicación a economías europeas. *Estudios de Economía Aplicada*, 23(2), 363–384. <https://www.redalyc.org/pdf/301/30123206>

This research has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under the Marie Skłodowska-Curie grant agreement No. 713679 and from the Universitat Rovira i Virgili (URV).



DEPARTAMENT DE GESTIÓ D'EMPRESES
Universitat Rovira i Virgili

Facultat d'Economia i Empresa





Abuela Yola, Paysandú (Uruguay).

Y un día, en la mitad del camino de esta tesis doctoral, me llegó una fotito de mi abuela y un dibujo que le regalé a mediados de los 90. *"CIUDAD VERDE ECHA POR VALE. PARA, LILIANA, LA, MAESTRA, DE, 1º, AÑO,"*

Al parecer, la Valeria de primer año escolar, que aún no sabía usar bien la «h» ni las comas, soñaba con una ciudad verde. Creo que es un lindo recuerdo para culminar esta etapa, que al parecer, comenzó mucho antes de lo que recordaba.



UNIVERSITAT
ROVIRA i VIRGILI

