

Análisis de los sectores de Bioeconomía a través de matrices de contabilidad social específicas (BioSAMs): el caso de España

*Alfredo J. Mainar-Causapé**

Recibido: 11 de enero de 2019

Aceptado: 18 de julio de 2019

RESUMEN:

La economía de base biológica (Bioeconomía), será fundamental para alcanzar un desarrollo sostenible, siendo necesario analizar los vínculos entre los sectores de la bioeconomía y el resto de actividades y determinar su impacto en el crecimiento económico. Una interesante herramienta para este análisis son las BioSAMs, matrices de contabilidad social con gran desagregación de sectores bio-económicos, estimadas para los 28 Estados miembros de la Unión Europea (UE). Con ellas se ha realizado un análisis de tipo lineal para cuantificar la capacidad de estos sectores para contribuir al impulso del desarrollo económico, tanto en España, como en comparación con la UE.

PALABRAS CLAVE: Bioeconomía; Matrices de Contabilidad Social; Economía Española; Unión Europea; Modelos multisectoriales.

CLASIFICACIÓN JEL: D57; C67; Q10; Q20.

Analysis of the Bioeconomy sectors using specific Social Accounting Matrices (BioSAMs): the case of Spain

ABSTRACT:

The biobased economy (Bioeconomy) will be key to achieve sustainable development, and it is essential to analyse the links between the sectors of the bioeconomy and the rest of activities, determining their impact on economic growth. An interesting tool for this analysis is the BioSAMs dataset, social accounting matrices with high disaggregation of bio-economic sectors, for the European Union (EU) 28 Member States. Using these matrices, a linear analysis has been carried out to quantify the capacity of bio-based sectors to contribute to the promotion of economic development, both in Spain and in comparison with the EU.

KEYWORDS: Bioeconomy; Social Accounting Matrices; Spanish Economy; European Union; Multisectoral models.

JEL CLASSIFICATION: D57; C67; Q10; Q20.

Nota: Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor y no pueden en ningún caso ser consideradas como una postura oficial de la Comisión Europea.

Agradecimientos: El autor agradece a George Philippidis (Joint Research Centre – JRC, Agencia Aragonesa de Investigación y Desarrollo - ARAID, Centro de Tecnología de Investigación Agroalimentaria de Aragón - CITA) y Ana I. Sanjuán (Joint Research Centre – JRC, CITA), su ayuda en la realización y análisis de las BioSAMs. Gracias también a Robert M'barek y Emanuele Ferrari (Joint Research Centre-JRC) que proporcionaron comentarios útiles sobre la bioeconomía.

* European Commission - Joint Research Centre. Directorate JRC.D- Sustainable Resources. Unit JRC.D.4 – Economics of Agriculture.

Autor responsable para correspondencia: Alfredo.mainar-causape@ec.europa.eu / amainar@us.es

1. INTRODUCCIÓN

La bioeconomía comprende varios sectores económicos, disciplinas académicas y áreas de política. Incluye la producción de recursos biológicos renovables y la transformación de estos recursos y flujos de residuos en productos con valor añadido, tales como alimentos, piensos, productos biológicos y bioenergía. De esta forma, en la bioeconomía se agrupan diferentes sectores de la economía que producen, procesan y reutilizan los recursos biológicos renovables (agricultura, silvicultura, pesca, alimentos, productos químicos y materiales de base biológica y bioenergía). Además, la relación entre la bioeconomía y el principio del flujo económico circular es clara, por cuanto ésta se define por un sistema de producción orientado hacia la transformación de los recursos biológicos renovables y de los flujos de residuos en valor añadido: alimentos, piensos, aplicaciones industriales y energéticas, etc. Por lo tanto, resulta necesario analizar los posibles impactos de las políticas sectoriales, a escala nacional y/o regional, así como políticas intersectoriales relacionadas (medio ambiente, cambio climático, economía circular, residuos, políticas industriales y regionales, innovación, etc.), políticas esenciales para tratar los nuevos retos sociales como la creciente demanda de alimentos o el cambio climático¹. De ahí el creciente interés por el análisis de la bioeconomía, tanto a nivel político en las instituciones (por ejemplo en la Unión Europea, UE, ver Comisión Europea, 2012 y 2014), como en el ámbito académico (McCormick y Kautto, 2013; Fritsche e Iriarte, 2014; M'barek et al., 2014; Philippidis et al., 2014; Fuentes-Saguar et al., 2017; Ferreira et al., 2018; entre otros). En cualquier caso, entre los estudios empíricos existentes no hay un análisis específico de los bio-sectores en la economía española, estando los realizados hasta la fecha comprendidos en análisis más amplios a nivel europeo (Fuentes-Saguar et al., 2017; Philippidis y Sanjuán, 2018). Esta nota metodológica pretende dar un primer análisis de la bioeconomía en España desde una perspectiva multisectorial, poniéndola en comparación con el resto de la UE.

2. METODOLOGÍA. BIOSAMS Y ANÁLISIS DE MULTIPLICADORES

Una cuestión fundamental en el análisis de la Bioeconomía es la disponibilidad de bases de datos adecuadas. Los primeros intentos en este sentido, se encuentran en las llamadas “AgroSAMS”, matrices de contabilidad social (SAMs)² con especial desagregación del sector primario, para los años 2000 y 2007 (Müller et al., 2009; Philippidis et al., 2014; respectivamente). Sin embargo, sólo recientemente, con la estimación de las BioSAMS (Mainar y Philippidis, 2018), se dispone de una completa desagregación de los sectores de bioeconomía, recogiendo no sólo las actividades agrícolas y primarias, sino también las de bioindustria y bioenergía, integrando la información económica de estos sectores en el flujo circular de la renta³.

La elaboración de las BioSAMS (Mainar y Philippidis, 2018) se basa en la elaboración de sendas SAMs estándar previas, distinguiendo las actividades y productos según la clasificación de actividades y productos en Eurostat NACE2 Rev. 2 (Nomenclature statistique des Activités économiques dans la

¹ Existe en la literatura un claro consenso sobre la relación entre la Bioeconomía y la calidad medioambiental. Buenos ejemplos son McCormick y Kautto (2013), De Besi y McCormick, (2015), Philippidis et al. (2015), Ramcilovik-Suominen y Pülzl (2016), o Haddad et al. (2019), entre otros.

² Una Matriz de Contabilidad Social (más conocida por su acrónimo inglés, SAM - *Social Accounting Matrix*-) es una base de datos que recoge y organiza los datos económicos y sociales para todas las transacciones entre agentes económicos en una economía en un momento dado. Cada celda ij describe simultáneamente un gasto de la cuenta representada en la columna j y un ingreso en la cuenta representada en la fila i , siendo los totales de filas y columnas iguales por el principio de la contabilidad de doble entrada. Una SAM integra las estadísticas sociales en el tradicional modelo Input-output, recogiendo la interdependencia de los sectores productivos y sus relaciones con las instituciones y la demanda final, así como los flujos de renta entre los factores de producción y dichas instituciones responsables de la demanda final, completando así el flujo circular de la renta representado en forma matricial (ver Stone, 1955, o Pyatt y Round, 1979, entre otros).

³ Las BioSAMS de los 28 Estados Miembros de la Unión Europea pueden consultarse y descargarse libremente en <https://datam.jrc.ec.europa.eu>.

Communauté Européenne rev. 2)⁴ y la CPA (Clasificación de Productos por Actividad), respectivamente (Eurostat, 2008). Posteriormente, se desagregan las ramas de agricultura, sector primario e industrias de la alimentación, así como de los sectores de la bioenergía y las bioindustrias. La división de los productos agrícolas primarios y las industrias de la alimentación se llevó a cabo utilizando como fuente principal la base de datos del modelo CAPRI (Common Agricultural Policy Regionalised Impacts) (Britz y Witzke, 2014), en combinación con las Cuentas Económicas de la Agricultura (Economic Agriculture Accounts, EAA) de Eurostat (Eurostat, 2016a). La base para la desagregación de sectores de biomasa, bioenergía y bioindustria se obtiene a partir de la base de datos del modelo MAGNET⁵, para las relaciones interindustriales, y de las bases de datos disponibles en la Comisión Europea (Joint Research Centre, 2017) y Eurostat sobre empleo y volumen de negocios⁶. El resultado final es un conjunto de 29 BioSAMs para 2010 (una por estado miembro de la UE y una para el agregado UE28), que incluye cuentas para 80 actividades y productos. Hay 21 cuentas para actividades de cultivo, 6 de ganadería, 14 para la transformación de alimentos, 5 para la bioenergía (que recogen los biocombustibles, de primera y de segunda generación, y bioelectricidad), 3 cuentas de suministro de biomasa (silvicultura, cultivos energéticos y «pellets»), otras 3 cuentas de sectores bio-industriales (textil, madera y bioquímica) y una cuenta para la pesca. Las restantes 27 cuentas cubren sectores como los combustibles fósiles (2), construcción, resto de la industria (13) y los servicios (11). Además, las BioSAMs contienen dos factores de producción (capital y trabajo), una cuenta de márgenes (comercio y transporte) y tres cuentas fiscales (impuestos y subvenciones sobre la producción y el consumo y los impuestos directos). Por último, hay una sola cuenta respectivamente para hogares, empresas o corporaciones empresariales, administración pública, ahorro-inversión y resto del mundo. El Cuadro 1 muestra la desagregación de las cuentas de bioeconomía y la agregación de ramas de las BioSAMs utilizada en los posteriores análisis.

Una forma de sencilla de aplicar las BioSAMs en un primer análisis de la Bioeconomía es obtener los correspondientes multiplicadores de producción y empleo. Aunque se aplican técnicas ya bien conocidas en el análisis Input-output, como son los multiplicadores contables (Pyatt y Round, 1979), la ventaja de disponer de matrices de contabilidad social en lugar de las tradicionales tablas Input-output es que se tiene en cuenta ahora el flujo circular de la renta al completo, lo que confiere a los resultados una significatividad superior.

El punto de partida para el análisis es la siguiente ecuación de equilibrio:

$$\mathbf{x} = \mathbf{A} \mathbf{x} + \mathbf{y} \Leftrightarrow \mathbf{x} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \mathbf{y} = \mathbf{M} \mathbf{y} \quad (1)$$

donde \mathbf{x} es el vector de la producción bruta total de las cuentas endógenas, siendo \mathbf{y} el vector de valores de las variables exógenas (en esta aplicación se consideran exógenas las cuentas de Sector Público, Ahorro-Inversión y Resto del Mundo) respecto a las cuentas endógenas. \mathbf{A} es la habitual matriz de coeficientes técnicos (sus elementos a_{ij} muestran la participación del sector i en cada unidad producida por el sector j). La suma por columnas de los elementos de \mathbf{M} da como resultado los multiplicadores de la producción, que muestran el aumento de la producción en la economía generado por un *shock* exógeno en valores (por

⁴ Nomenclatura estadística de actividades económicas de la Comunidad Europea, versión revisada 2.

⁵ MAGNET (Modular Applied GeNeral Equilibrium Tool) es un modelo de equilibrio general global neoclásico avanzado. MAGNET se ha utilizado para simular los impactos de las políticas agrícolas, comerciales y de biocombustibles, así como temas de gran alcance como el uso de la tierra, la nutrición, la distribución del ingreso, en los países en desarrollo y la seguridad alimentaria. El consorcio MAGNET, liderado por Wageningen Economic Research (WEcR), incluye el Centro Común de Investigación de la Comisión Europea (Joint Research Centre, JRC).

⁶ El uso de estas bases de datos complementarias (aunque fundamentales) para la desagregación de los sectores de bioeconomía, implica la conciliación de las diferentes nomenclaturas de sectores y productos que estas utilizan. Para ello se ha utilizado una transformación auxiliar de los sectores a la clasificación GTAP - *Global Trade Analysis Project* (Aguiar et al., 2016), y se han seguido las correspondencias existentes entre ésta y MAGNET y CAPRI. No obstante, aunque dichas correspondencias están, en general, bien delimitadas, en los casos de ambigüedad o solapamiento se ha seguido el criterio de seguir la asignación a la cuenta de mayor relevancia, lo que puede implicar algunas discrepancias que, en cualquier caso, no resultan cuantitativamente relevantes.

CUADRO 1.
Descripción de los Sectores de Bioeconomía

Grandes sectores	Sectores agregados	Descripción (sectores incluidos en las BioSAMs)
Sector primario	Cereales	Arroz, trigo, cebada, maíz, otros cereales
	Vegetales	Tomates, patatas, otras hortalizas
	Frutas	Otros frutos, uvas, frutas
	Semillas oleaginosas	Colza, girasol, soja y semillas
	Plantas oleaginosas	Aceitunas, otras plantas oleaginosas
	Cultivos industriales	Remolacha azucarera, plantas textiles, tabaco
	Otros cultivos	Plantas vivas, otros cultivos
	Ganadería extensiva	Bovinos vivos; ovinos, caprinos, caballos, asnos, mulos...
	Ganadería intensiva	Animales vivos de la especie porcina, aves de corral
	Otra ganadería	Otros animales vivos y productos de origen animal
	Leche cruda	Leche cruda
	Pesca	Pesca
Industria agroalimentaria	Alimentación animal	Piensos, forraje subproducto tortas (subproducto de biodiesel)
	Carnes rojas	Carne de vacuno; carne de especies ovina y caprina
	Carnes blancas	Carne de animales de la especie porcina, aves de corral
	Aceites vegetales	Aceites vegetales
	Productos lácteos	Productos lácteos
	Arroz	Arroz
	Azúcar	Azúcar transformado
	Aceites vegetales	Aceites vegetales
	Vino	Vino
	Aceites vegetales	Aceites vegetales
	Otros prod.aliment.	Otros productos alimenticios
Biomasa	Cultivos energéticos	Cultivos energéticos
	Pellets	Pellets
	Silvicultura	Silvicultura, explotación forestal y actividades de los servicios relacionados con las mismas
Bioenergía	Bioelectricidad	Bioelectricidad
	Biofuel1	Biocarburantes de 1ª generación (bioetanol, biodiésel)
	Biofuel2	Biocarburantes de 2ª generación térmica y tecnología bioquímica (biocarburantes)
Bioindustrias	Madera	Productos de la madera
	Textiles	Productos textiles, prendas de vestir y artículos de cuero y calzado
	Bio-químicos	Productos bio-químicos
Actividades no bio-económicas	Recursos naturales	Extracción de carbón, petróleo y minerales en bruto
	Energía	Electricidad y gas
	Manufacturas	Productos manufacturados (10 sectores desagregados), construcción y agua
	Servicios	Servicios (11 sectores desagregados)

Fuente: Elaboración propia, adaptado de Mainar et al. (2017).

ejemplo, exportaciones) para un producto determinado. Los multiplicadores de empleo se obtienen usando un vector e con la ratio del número de puestos de trabajo por millón de euros de valor de la producción (estimado aquí a partir de los datos de empleo de la *Labour Force Survey* -Eurostat, 2016b-, y datos procedentes de las cuentas económicas de la agricultura -Eurostat, 2016a-. En los sectores no agrícolas se utilizan las estimaciones del Joint Research Centre (2017). Multiplicando este vector (en forma de matriz diagonal, E) por M , se obtiene la matriz de multiplicadores de empleo, Me

$$Me = E M \quad (2)$$

Cada elemento de Me es el incremento en el número de empleos de la cuenta i cuando la cuenta j recibe una inyección exógena unitaria (millones de euros en este caso).

3. RESULTADOS: LOS SECTORES DE BIOECONOMÍA EN ESPAÑA Y EN LA UNIÓN EUROPEA

Se muestra a continuación un primer análisis de la bioeconomía en España, comparando sus principales valores con los correspondientes a los del resto de países miembros de la Unión Europea, obteniendo para ello los multiplicadores de producción y empleo descritos previamente.

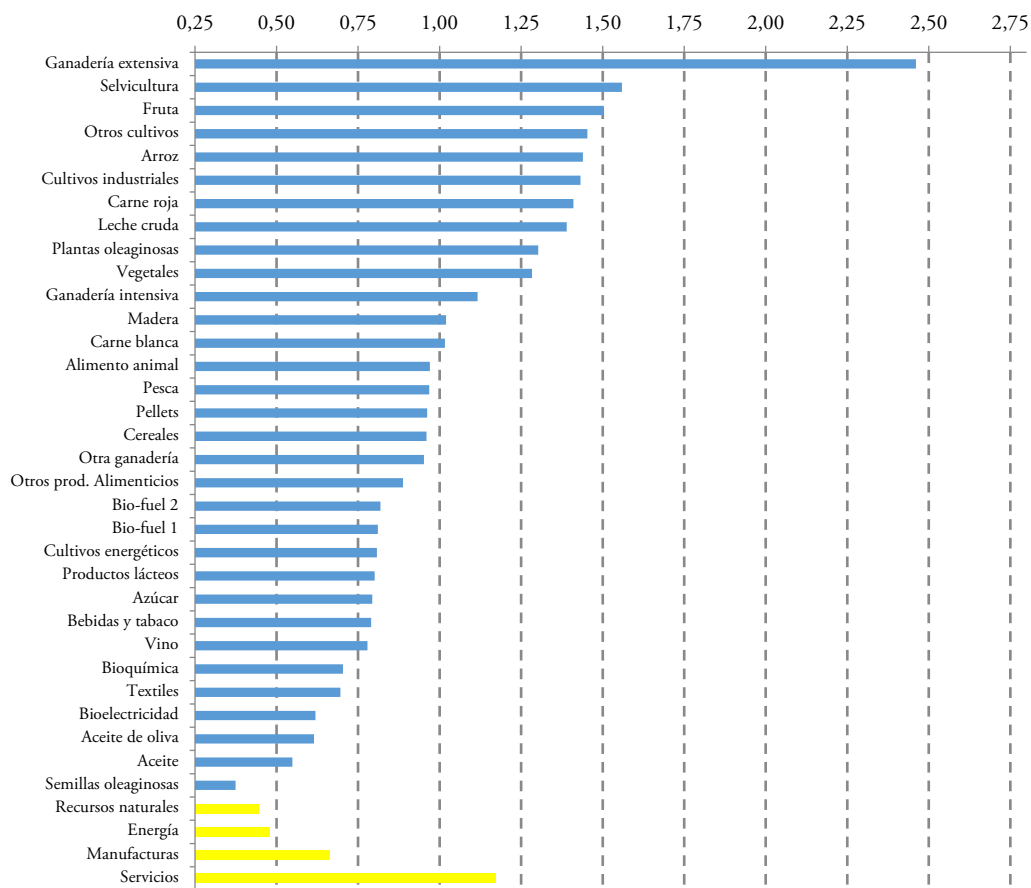
GRÁFICO 1.
Backward linkage del output (valor de su multiplicador respecto a la media) de los sectores de la Bioeconomía. España, 2010



Fuente: Elaboración propia.

Comenzando por el análisis en España, los Gráficos 1 y 2 resumen los principales resultados desagregados para la economía española. Así, los multiplicadores de la producción muestran que las actividades que se consideran más innovadoras y con mayor valor añadido todavía no son capaces de producir mayor riqueza que la media, siendo todavía la agricultura y la ganadería sectores importantes para el proceso de creación de riqueza. En España, en general, como se observa en el Gráfico 1, los sectores económicos de base biológica con mayores valores de su multiplicador del output están vinculados a la ganadería y a la explotación de productos relacionados: *Ganadería* (propriadamente dicha), *leche*, *productos lácteos*, *carne y alimentación animal*. Los *cultivos energéticos*, la *madera* y *selvicultura* aparecen con valores inferiores pero todavía superiores a la media, mientras que entre los cultivos de alimentación únicamente el *arroz* y la *fruta* superan el multiplicador promedio. *Bioelectricidad* y *bio-fuel 2* se encuentran también entre los sectores que superan la media, pero no de forma significativa. En cualquier caso, y como puede comprobarse también en la Tabla 1, se observa la mayor capacidad de incrementar el output que tienen en España las actividades primarias y de industria agroalimentaria.

GRÁFICO 2.
Backward linkage del empleo (valor de su multiplicador respecto a la media) de los sectores de la Bioeconomía. España, 2010



Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, al hablar de los multiplicadores de empleo, la ordenación de los sectores cambia de forma significativa, si bien la *ganadería* (extensiva) se mantiene como el sector con mayor valor de dicho multiplicador, casi 2,5 veces el valor medio. Los otros productos que mantienen su posición en el ranking son *carne* (roja) y, en menor medida, *leche*. No obstante, sectores como *azúcar*, *bio-fuel 1*, *aceite*, *textiles*

o *bioquímica*, mantienen unos valores relativos claramente más bajos, al igual que en el caso del multiplicador del output. Además, tan sólo el *Sector primario* (y ahora también *Biomasa*) mantiene unos valores del multiplicador claramente superiores a la media, siendo relativamente inferior ahora la capacidad creadora de empleo de la *Industria agroalimentaria* (Tabla 1).

Estas diferencias entre los multiplicadores de output y empleo, se basan en las diferentes intensidades de uso del factor trabajo. Los productos agrícolas y otros sectores primarios, con mayor intensidad de mano de obra, generarán más empleo que la media. Por otra parte, y como es normal en este tipo de análisis estático, a corto plazo los sectores industriales más intensivos en capital generan relativamente menos puestos de trabajo. Así, en general, muchos sectores agrarios (*cereales, ganadería extensiva, vegetales, etc.*) presentan ratios empleo/output elevados, mientras que en la industria agroalimentaria y algunos sectores primarios específicos (*ganadería intensiva, azúcar, leche, etc.*) las ratios son mucho menores e incluso inferiores a la de sectores no bioeconómicos. Esto hace que la importancia relativa de los sectores cambie sustancialmente al considerar multiplicadores del output o del empleo.

Para la comparación entre la bioeconomía en España y en el conjunto de la Unión Europea, se han considerado los grandes sectores agregados. La Tabla 1 presenta la comparación de los grandes sectores (ver Cuadro 1) de bioeconomía en España con los del resto de la Unión Europea y con dos subconjuntos de la misma de interés especial para la comparación: los países de la UE del Este de Europa y aquellos que son relativamente especializados en el sector agrario y la industria agroalimentaria⁷.

TABLA 1.
Multiplicadores del output y del empleo de los grandes sectores de la Bioeconomía. España y países de la Unión Europea, 2010

	Multiplicadores del output			
	España	UE (Sin España)	UE Países del Este	UE Especializados (agri+alim)
Sector Primario	2.43	2.07	2.08	2.12
Ind. Agroalimentaria	2.43	1.87	1.91	1.99
Biomasa	2.24	2.15	2.41	2.39
Bioenergía	2.16	1.82	1.92	1.98
Bioindustria	1.88	1.66	1.68	1.56
Bioeconomía	2.33	1.87	1.93	1.95
No Bioeconomía	2.38	2.06	2.08	2.06

	Multiplicadores de empleo (empleos x millón de euro)			
	España	UE (Sin España)	UE Países del Este	UE Especializados (agri+alim)
Sector Primario	25.49	26.61	57.51	30.70
Ind. Agroalimentaria	17.38	17.07	40.77	20.00
Biomasa	29.81	24.11	47.77	35.24
Bioenergía	14.79	12.46	27.11	15.83
Bioindustria	14.71	14.50	32.88	18.02
Bioeconomía	18.66	18.56	43.80	22.53
No Bioeconomía	19.68	18.13	37.11	20.08

Fuente: Elaboración propia.

⁷ Se han considerado aquellos países miembros de la UE cuyo porcentaje de producción de las ramas Sector Primario + Industria Agroalimentaria sobre el total supera la media comunitaria en 2010 (5,6%): Bulgaria, Chipre, Croacia, Dinamarca, España, Estonia, Francia, Grecia, Holanda, Hungría, Irlanda, Letonia, Lituania, Polonia, Portugal y Rumanía.

Los resultados muestran que el conjunto de sectores de bioeconomía en España presenta un multiplicador del output claramente superior al del resto de la Unión Europea (2.33 frente al 1.87), diferencia más acusada en el caso de los sectores de *sector primario* (2.43 – 2.07) y, muy especialmente, de la *industria agroalimentaria* (2.43 – 1.87). La diferencia es también significativa en cuanto a la *Bioenergía* (2.16 frente a 1.82), y menos relevante en *Biomasa* (2.24-2.15) y *Bioindustrias* (1.88-1.66). Este resultado podría achacarse al mayor peso relativo que los sectores agroalimentarios tienen en España frente al resto de la UE, pero al realizar la comparación con los aquellos países con especialización superior a la media en estos sectores, se mantiene, (aunque con menores diferencias) esta superioridad (con la excepción de *Biomasa*). Las razones para estos resultados pueden estar en la coexistencia en España de un sector primario modernizado y bien ligado con una industria agroalimentaria en expansión, junto con las relaciones con el resto sectores de base biológica, bien como producción secundaria o como inputs.

Sin embargo, en los multiplicadores de empleo se observan prácticamente los mismos valores del multiplicador de la bioeconomía, tanto para España, como para el resto de la UE (18.66 y 18.56, respectivamente), siendo incluso superior el del resto de la UE en el sector primario, aunque el de la economía española es claramente más alto para *Biomasa*. Si, debido a la preponderancia del sector primario y la industria agroalimentaria dentro de la producción de la bioeconomía, se considera el conjunto de países especializados en los mismos, los resultados en términos de multiplicadores de empleo para estos países son superiores en todos los casos a los presentados por la bioeconomía española, si bien se da el suceso contrario en los multiplicadores de output. Esto parece indicar que tanto el conjunto de la UE, como los países especializados en el sector agrario y agroalimentario, requieren de una mayor ratio de empleo por output, lo cual es lógico considerando la inclusión en ambos agregados de países del Este recientemente asociados, que presentan grandes necesidades de factor trabajo para su producción primaria (ver Fuentes-Saguar et al, 2017). Así, como se observa en la Tabla 1, los multiplicadores para los países del Este son significativamente más altos debido a su mayor intensidad en el factor trabajo (sobre todo en los sectores primarios).

4. CONCLUSIONES

La bioeconomía será esencial para lograr un desarrollo económico sostenible, siendo necesario analizar los actuales vínculos económicos entre los sectores de la bioeconomía y el resto de la economía. A través del uso de la nueva base de datos de BioSAMs para la UE y sus Estados miembros, se ha hecho un primer análisis de los principales impactos y la relevancia de estos sectores en el desarrollo de la economía española, poniéndolos en comparación con los valores del conjunto de la Unión Europea. Los resultados muestran que los sectores de bioeconomía en España todavía no han alcanzado su desarrollo potencial en la generación de producción y empleo, si bien presentan una capacidad superior al resto de la Unión Europea. Esta capacidad para generar output y empleo, unida a sus características favorables al sostenimiento del medioambiente, debe ser tenida en cuenta a la hora de plantear diferentes políticas relacionadas con la bioeconomía que permitan explotar sus posibilidades de desarrollo. Herramientas como las BioSAMs permiten la aplicación de numerosas técnicas de análisis que contribuyan a este análisis y a la evaluación de potenciales políticas. En este sentido, se plantean como futuras líneas de trabajo la actualización temporal de las mismas, la ampliación de la desagregación a sectores de especial interés (selvicultura, por ejemplo) y la extensión del análisis a aspectos tales como repercusiones medioambientales y sostenibilidad.

REFERENCIAS

Aguiar, A., Narayanan, B., & McDougall, R. (2016). An Overview of the GTAP 9 Data Base. *Journal of Global Economic Analysis*, 1(1), 181-208.

- Britz, W., & Witzke, P. (2014). *CAPRI model documentation 2014*. http://www.capri-model.org/docs/capri_documentation.pdf (accessed November 2017).
- Comisión Europea (2012). *Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe*, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the regions. European Commission, DG Research and Innovation.
- Comisión Europea. (2014). *European Commission Bioeconomy Strategy* (accessed November 2017).
- De Besi, M., & McCormick, K. (2015). Towards a Bioeconomy in Europe: National, Regional and Industrial Strategies. *Sustainability*, 7, 10461–10478.
- Eurostat (2008). “NACE Rev.2 Statistical classification of economic activities in the European Community”, *Methodologies and working papers* (accessed November 2017).
- Eurostat. (2016a). Economic Accounts for Agriculture (aact_eaa01) (accessed November 2016) [dataset].
- Eurostat. (2016b). Labour Force Survey (lfs_egan22d) (accessed November 2016) [dataset].
- Ferreira Gregorio, V., Pié, Laia, & 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*, 10, 4232.
- Fritsche, U., & Iriarte, L. (2014). Sustainability Criteria and Indicators for the Bio-Based Economy in Europe: State of Discussion and Way Forward. *Energies*, 7, 6825–6836.
- Fuentes-Saguar, P., Mainar-Causapé, A., & Ferrari, E. (2017). The Role of Bioeconomy Sectors and Natural Resources in EU Economies: A Social Accounting Matrix-Based Analysis Approach. *Sustainability*, 9 (12) (2383). <https://doi.org/10.3390/su9122383>
- Haddad, S., Britz, W., & Börner, J. (2019). Economic Impacts and Land Use Change from Increasing Demand for Forest Products in the European Bioeconomy: A General Equilibrium Based Sensitivity Analysis. *Forests*, 10(52). <https://doi.org/10.3390/f10010052>
- Joint Research Centre (JRC) (2017). *Jobs and Turnover in the European Union Bioeconomy*, <http://datam.jrc.ec.europa.eu/datam/public/pages/datasets.xhtml> (accessed November 2017).
- Mainar-Causapé, A., & Philippidis, G. (2018). BioSAMs for the EU Member States. Constructing Social Accounting Matrices with a detailed disaggregation of the bio-economy, *JRC Technical Reports* EUR 29235 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Mainar-Causapé, A., Philippidis, G., & Sanjuan, A.I. (2017). Analysis of structural patterns in highly disaggregated bioeconomy sectors by EU Member States using SAM/IO multipliers, *JRC Technical Reports* EUR 28591, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- M'barek R., Philippidis G., Suta C., Vinyes C., Caivano A., Ferrari E., Ronzon T., Sanjuan-Lopez, A., & Santini F. (2014). Observing and analysing the Bioeconomy in the EU: Adapting data and tools to new questions and challenges, *Bio-based and Applied Economics*, 3(1), 83-91.
- McCormick, K., & Kautto, N. (2013). The Bioeconomy in Europe: An Overview. *Sustainability*, 5, 2589–2608.
- Müller M., Perez-Dominguez, I., & Gay, S.H. (2009). Construction of Social Accounting Matrices for the EU27 with a Disaggregated Agricultural Sector (AgroSAM), *JRC Scientific and technical Reports*, JRC 53558.
- Philippidis, G., & Sanjuán, A.I. (2018). A Re-Examination of the Structural Diversity of Biobased Activities and Regions across the EU. *Sustainability*, 10, 4325.

- Philippidis, G., M'barek, R., & Ferrari, E. (2015). *Drivers of the Bioeconomy in Europe towards 2030 - short overview of an exploratory, model-based assessment*". European Commission, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Spain.
- 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, 913-926.
- Pyatt, G., & Round J. (1979). Accounting and Fixed Price Multipliers in a Social Accounting Matrix. *Economic Journal*, 89 (356), 850-873.
- Ramcilovik-Suominen, S., & Pülzl, H. (2016). Sustainable development – A 'selling point' of the emerging EU bioeconomy policy framework? *Journal of Cleaner Production*, 172. doi:10.1016/j.jclepro.2016.12.157
- Stone, J.R. (1955). Input-Output and the Social Accounts. In *The Structural Interdependence of the Economy. Proceedings of an International Conference on Input-Output Analysis* (University of Pisa, ed.), Varenna, J. Wiley: New York, Giuffrè: Milan, 155 – 172.

ORCID

Alfredo J. Mainar-Causapé <https://orcid.org/0000-0003-2032-9658>

