



Food and Agriculture Organization
of the United Nations

Organización de las Naciones Unidas
para la Alimentación y la Agricultura

BIOECONOMÍA
BIOECONOMY

Monitorear la sostenibilidad de la bioeconomía Piloto en Uruguay

*Monitoring the sustainability of the
bioeconomy
Pilot in Uruguay*

Monitorear la sostenibilidad de la bioeconomía
Piloto en Uruguay

Monitoring the sustainability of the bioeconomy
Pilot in Uruguay

Autores/Authors

Paola Pozo
Fernando Gordillo
Jörg Schweinle

Instituto Thünen/Thünen Institute

Sofía Polcaro
Marta Gomez San Juan

*Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura/
Food and Agriculture Organization of the United Nations*

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

Roma/Rome, 2023

Cita requerida/Required citation

Pozo, P., Gordillo, F., Polcaro, S., Gomez San Juan, M. & Schweinle J. 2023. *Monitorear la sostenibilidad de la bioeconomía - Piloto en Uruguay/Monitoring the sustainability of the bioeconomy - Pilot in Uruguay*. Roma/Rome, FAO.
<https://doi.org/10.4060/cc7309b>

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, ni sobre sus autoridades, ni respecto de la demarcación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

The designations employed and the presentation of material in this information product do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) concerning the legal or development status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. The mention of specific companies or products of manufacturers, whether or not these have been patented, does not imply that these have been endorsed or recommended by FAO in preference to others of a similar nature that are not mentioned.

ISBN 978-92-5-138062-8

© FAO, 2023



Algunos derechos reservados. Esta obra se distribuye bajo licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Organizaciones intergubernamentales (CC BY-NC-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/deed.es>).

Some rights reserved. This work is made available under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 IGO licence (CC BY-NC-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/legalcode>).

De acuerdo con las condiciones de la licencia, se permite copiar, redistribuir y adaptar la obra para fines no comerciales, siempre que se cite correctamente, como se indica a continuación. En ningún uso que se haga de esta obra debe darse a entender que la FAO refrenda una organización, productos o servicios específicos. No está permitido utilizar el logotipo de la FAO. En caso de adaptación, debe concederse a la obra resultante la misma licencia o una licencia equivalente de Creative Commons. Si la obra se traduce, debe añadirse el siguiente descargo de responsabilidad junto a la referencia requerida: “La presente traducción no es obra de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). La FAO no se hace responsable del contenido ni de la exactitud de la traducción. La edición original en [idioma] será el texto autorizado”.

Todo litigio que surja en el marco de la licencia y no pueda resolverse de forma amistosa se resolverá a través de mediación y arbitraje según lo dispuesto en el artículo 8 de la licencia, a no ser que se disponga lo contrario en el presente documento. Las reglas de mediación vigentes serán el reglamento de mediación de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual <http://www.wipo.int/amc/en/mediation/rules> y todo arbitraje se llevará a cabo de manera conforme al reglamento de arbitraje de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional (CNUDMI).

Materiales de terceros. Si se desea reutilizar material contenido en esta obra que sea propiedad de terceros, por ejemplo, cuadros, gráficos o imágenes, corresponde al usuario determinar si se necesita autorización para tal reutilización y obtener la autorización del titular del derecho de autor. El riesgo de que se deriven reclamaciones de la infracción de los derechos de uso de un elemento que sea propiedad de terceros recae exclusivamente sobre el usuario.

Ventas, derechos y licencias. Los productos informativos de la FAO están disponibles en la página web de la Organización (<http://www.fao.org/publications/es>) y pueden adquirirse dirigiéndose a publications-sales@fao.org. Las solicitudes de uso comercial deben enviarse a través de la siguiente página web: www.fao.org/contact-us/licence-request. Las consultas sobre derechos y licencias deben remitirse a: copyright@fao.org.

Under the terms of this licence, this work may be copied, redistributed and adapted for non-commercial purposes, provided that the work is appropriately cited. In any use of this work, there should be no suggestion that FAO endorses any specific organization, products or services. The use of the FAO logo is not permitted. If the work is adapted, then it must be licensed under the same or equivalent Creative Commons license. If a translation of this work is created, it must include the following disclaimer along with the required citation: “This translation was not created by the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). FAO is not responsible for the content or accuracy of this translation. The original [Language] edition shall be the authoritative edition.

Disputes arising under the licence that cannot be settled amicably will be resolved by mediation and arbitration as described in Article 8 of the licence except as otherwise provided herein. The applicable mediation rules will be the mediation rules of the World Intellectual Property Organization <http://www.wipo.int/amc/en/mediation/rules> and any arbitration will be in accordance with the Arbitration Rules of the United Nations Commission on International Trade Law (UNCITRAL).

Third-party materials. Users wishing to reuse material from this work that is attributed to a third party, such as tables, figures or images, are responsible for determining whether permission is needed for that reuse and for obtaining permission from the copyright holder. The risk of claims resulting from infringement of any third-party-owned component in the work rests solely with the user.

Sales, rights and licensing. FAO information products are available on the FAO website (www.fao.org/publications) and can be purchased through publications-sales@fao.org. Requests for commercial use should be submitted via: www.fao.org/contact-us/licence-request. Queries regarding rights and licensing should be submitted to: copyright@fao.org.

Fotografía de portada/Cover page photograph: Pastura en Uruguay/Grassland in Uruguay ©Unsplash/Karan Chaudhari

Índice/Contents

| | |
|--|-------------|
| Agradecimientos | xiii |
| Acknowledgements | xiv |
| Abreviaturas y siglas | xv |
| Abbreviations and acronyms | xvii |
| Resumen ejecutivo | xix |
| Executive summary | xx |
| 1 Introducción | 1 |
| 1 Introduction | 3 |
| 2 Metodología del análisis del flujo material | 5 |
| 2.1 Marco conceptual general | 5 |
| 2.2 Flujo de material | 6 |
| 2.3 Unidad funcional, límites del sistema y criterio de corte | 6 |
| 2.4 Efectos de sostenibilidad | 7 |
| 2 Methodology of the material flow analysis | 11 |
| 2.1 General conceptual framework | 11 |
| 2.2 Material flow | 12 |
| 2.3 Functional unit, system boundaries and cutoff criteria | 12 |
| 2.4 Sustainability effects | 13 |
| 3 Resultados del monitoreo de flujo material para soja en Uruguay | 17 |
| 3.1 Análisis de flujo de material | 17 |
| 3.2 Evaluación de los efectos de sostenibilidad | 18 |
| 3.2.1 Indicadores socioeconómicos | 20 |
| 3.2.2 Indicadores ambientales | 21 |
| 3.3 Fuentes de datos | 22 |
| 3.4 Limitaciones y vacíos de información | 22 |
| 3 Results of monitoring material flow of soybean in Uruguay | 23 |
| 3.1 Material flow analysis | 23 |
| 3.2 Assessment of sustainability effects | 24 |
| 3.2.1 Socioeconomic indicators | 25 |
| 3.2.2 Environmental indicators | 26 |
| 3.3 Data sources | 28 |
| 3.4 Limitations and data gaps | 28 |
| 4 Resultados del monitoreo de flujo material para carne vacuna en Uruguay | 29 |
| 4.1 Análisis de flujo de material | 29 |
| 4.2 Evaluación de los efectos de sostenibilidad | 31 |
| 4.2.1 Indicadores socioeconómicos | 33 |
| 4.2.2 Indicadores ambientales | 34 |
| 4.3 Fuentes de datos | 37 |
| 4.4 Limitaciones y vacíos de información | 37 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 4 | Results of monitoring material flow of beef in Uruguay | 39 |
| 4.1 | Material flow analysis | 39 |
| 4.2 | Assessment of sustainability effects | 41 |
| 4.2.1 | Socioeconomic indicators | 43 |
| 4.2.2 | Environmental indicators | 44 |
| 4.3 | Data sources | 46 |
| 4.4 | Limitations and data gaps | 46 |
| 5 | Resultados del monitoreo de flujo material para pulpa en Uruguay | 47 |
| 5.1 | Análisis de flujo de material | 47 |
| 5.2 | Evaluación de los efectos de sostenibilidad | 49 |
| 5.2.1 | Indicadores socioeconómicos | 50 |
| 5.2.2 | Indicadores ambientales | 50 |
| 5.3 | Fuentes de datos | 52 |
| 5.4 | Limitaciones y vacíos de información | 52 |
| 5 | Results of monitoring material flow of pulp in Uruguay | 53 |
| 5.1 | Material flow analysis | 53 |
| 5.2 | Assessment of sustainability | 55 |
| 5.2.1 | Socioeconomic indicators | 56 |
| 5.2.2 | Environmental indicators | 56 |
| 5.3 | Data sources | 58 |
| 5.4 | Limitations and data gaps | 58 |
| 6 | Resultados del monitoreo de flujo material para leche en Uruguay | 59 |
| 6.1 | Análisis de flujo de material | 59 |
| 6.2 | Evaluación de los efectos de sostenibilidad | 63 |
| 6.2.1 | Indicadores socioeconómicos | 65 |
| 6.2.2 | Indicadores ambientales | 69 |
| 6.3 | Fuente de datos | 73 |
| 6.4 | Limitaciones y vacíos de información | 73 |
| 6 | Results of monitoring material flow of dairy in Uruguay | 75 |
| 6.1 | Material flow analysis | 75 |
| 6.2 | Assessment of sustainability effects | 79 |
| 6.2.1 | Socioeconomic indicators | 80 |
| 6.2.2 | Environmental indicators | 83 |
| 6.3 | Data sources | 87 |
| 6.4 | Limitations and data gaps | 88 |
| 7 | Resultados del monitoreo de flujo material para pesca en Uruguay | 89 |
| 7.1 | Análisis de flujo de material | 89 |
| 7.2 | Evaluación de los efectos de sostenibilidad | 92 |
| 7.2.1 | Indicadores socioeconómicos | 94 |
| 7.2.2 | Indicadores ambientales | 95 |
| 7.2.3 | Indicadores de gobernanza | 97 |
| 7.3 | Fuentes de datos | 98 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 7.4 | Limitaciones y vacíos de información | 98 |
| 7 | Results of monitoring material flow of fisheries in Uruguay | 99 |
| 7.1 | Material flow analysis | 99 |
| 7.2 | Assessment of sustainability effects | 102 |
| 7.2.1 | Socioeconomic indicators | 104 |
| 7.2.2 | Environmental indicators | 105 |
| 7.2.3 | Governance indicators | 107 |
| 7.3 | Data sources | 107 |
| 7.4 | Limitations and data gaps | 107 |
| 8 | Metodología del análisis sectorial | 109 |
| 8.1 | Marco conceptual | 109 |
| 8.1.1 | Concepto de cuotas de base biológica de actividades económicas | 109 |
| 8.1.2 | Límites del sistema | 110 |
| 8.1.3 | Fuentes de datos | 110 |
| 8.1.4 | Matriz de Uso Intermedio | 112 |
| 8.1.5 | Selección de actividades económicas de la bioeconomía | 113 |
| 8.1.6 | Estimación de cuotas de base biológica | 114 |
| 8.2 | Análisis de efectos de sostenibilidad | 115 |
| 8.2.1 | Selección de efectos de sostenibilidad e indicadores | 116 |
| 8.2.2 | Fuentes de datos y cálculos | 117 |
| 8 | Sectoral analysis methodology | 119 |
| 8.1 | Conceptual framework | 119 |
| 8.1.1 | Concept of bio-based shares of economic activities | 119 |
| 8.1.2 | System boundaries | 120 |
| 8.1.3 | Data sources | 120 |
| 8.1.4 | Intermediate Use Matrix | 122 |
| 8.1.5 | Selection of economic activities of the bioeconomy | 123 |
| 8.1.6 | Estimation of bio-based shares | 123 |
| 8.2 | Assessment of sustainability effects | 125 |
| 8.2.1 | Selection of sustainability effects and indicators | 125 |
| 8.2.2 | Data sources and calculation | 126 |
| 9 | Resultados del monitoreo del análisis sectorial en Uruguay | 129 |
| 9.1 | Cuotas de base biológica de actividades económicas de la bioeconomía | 129 |
| 9.2 | Efectos de sostenibilidad sectoriales de la bioeconomía | 134 |
| 9.2.1 | Empleo (SDG 8) | 135 |
| 9.2.2 | Remuneraciones (SDG 8) | 136 |
| 9.2.3 | Formación bruta de capital fijo (SDG 8) | 137 |
| 9.2.4 | Valor agregado bruto (SDG 8) | 137 |
| 9.2.5 | Emisiones de gases de efecto invernadero (SDG 13) | 138 |
| 9.2.6 | Uso de biomasa para generación de energía (SDG 7) | 138 |
| 9.3 | Discusión y recomendaciones para el monitoreo sectorial | 140 |
| 9.3.1 | Insumos de base biológica | 141 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 9.3.2 | Cuotas de base biológica | 141 |
| 9.3.3 | Efectos de sostenibilidad | 142 |
| 9.3.4 | Limitaciones y vacíos de información | 143 |
| 9 | Results of monitoring sectoral analysis in Uruguay | 145 |
| 9.1 | Bio-based shares of economic activities of the bioeconomy | 145 |
| 9.2 | Sectoral sustainability effects of the bioeconomy | 149 |
| 9.2.1 | Employment (SDG 8) | 151 |
| 9.2.2 | Remuneration (SDG 8) | 151 |
| 9.2.3 | Gross fixed capital formation (SDG 8) | 152 |
| 9.2.4 | Gross value added (SDG 8) | 152 |
| 9.2.5 | Greenhouse gas emissions (SDG 13) | 153 |
| 9.2.6 | Bioenergy (SDG 7) | 153 |
| 9.3 | Discussion and recommendations | 156 |
| 9.3.1 | Bio-based inputs | 156 |
| 9.3.2 | Bio-based shares | 156 |
| 9.3.3 | Sustainability effects | 157 |
| 9.3.4 | Limitations and data gaps | 157 |
| 10 | Conclusiones | 159 |
| 10 | Conclusions | 163 |
| | Referencias/References | 167 |
| | Anexo. Cuadros para análisis sectorial | 175 |
| | Annex. Tables for sectoral analysis | 181 |

Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 2.1: Marco conceptual para el monitoreo de la sostenibilidad de la bioeconomía. | 5 |
| Figura 2.2: Representación esquemática del enfoque del flujo de materiales y la evaluación de los efectos de la sostenibilidad. | 8 |
| Figura 2.3: Representación esquemática del flujo de trabajo de la evaluación de la sostenibilidad basada en el flujo de materiales. | 9 |
| Figura 3.1: Flujo de biomasa de la soja en toneladas métricas (t) de grano para 2020. | 17 |
| Figura 3.2: Valor agregado total generado y valor agregado por tonelada (izquierda). Empleo generado total y por tonelada (derecha). | 20 |
| Figura 3.3: Área de uso del suelo (izquierda) y potencial de calentamiento global (derecha). | 21 |
| Figura 3.4: Uso de agroquímicos sintéticos incluyendo fertilizantes (nitrógeno, fósforo, potasio) y pesticidas. | 22 |
| Figura 4.1: Flujo de biomasa de ganadería (carne vacuna) en toneladas métricas (t) para 2020. | 29 |
| Figura 4.2: Residuos y subproductos del peso no-canal para 2020. | 31 |
| Figura 4.3: Valor total de la producción generada y valor de la producción por tonelada (izquierda). Número total de personas empleadas y número de personas empleadas por tonelada (derecha). | 34 |
| Figura 4.4: Potencial de calentamiento global (izquierda), superficie total bajo buenas prácticas de manejo para 2020 (derecha). | 35 |
| Figura 4.5: Área de uso del suelo (2017-2020). | 36 |
| Figura 4.6: Uso de agroquímicos sintéticos incluyendo fertilizantes (nitrógeno, fósforo, potasio) y plaguicidas. | 36 |
| Figura 5.1: Flujo de biomasa de pulpa de <i>Eucalyptus</i> para 2020 en toneladas métricas (t) de rollo equivalente (r). | 47 |
| Figura 5.2: Valor agregado total generado y valor agregado por tonelada (izquierda), empleo total generado y empleo por tonelada (derecha). | 50 |
| Figura 5.3: Área de uso del suelo (2017-2020). | 51 |
| Figura 5.4: Potencial de calentamiento global (izquierda), uso de la energía (derecha). | 52 |
| Figura 6.1: Flujo de material de leche en polvo en litros de leche equivalente para 2020. | 59 |
| Figura 6.2: Flujo cualitativo de subproductos de la producción de leche. | 62 |
| Figura 6.3: Valor agregado de los productos lácteos. | 66 |
| Figura 6.4: Productividad media en la fase primaria. | 66 |
| Figura 6.5: Financiamiento del sector lechero. | 67 |
| Figura 6.6: Poder de compra de la leche. | 68 |
| Figura 6.7: Uso de fertilizantes sintéticos. | 71 |
| Figura 6.8: Emisiones de GEI en la producción de leche. | 72 |

| | |
|---|-----|
| Figura 6.9: Emisiones de GEI por gas. | 72 |
| Figura 7.1: Flujo de material para la biomasa pesquera en toneladas métricas (t) en 2020. | 89 |
| Figura 7.2: Flujo de material para la biomasa acuícola en toneladas métricas (t) en 2018. | 91 |
| Figura 7.3: Valor de producción por captura. | 94 |
| Figura 8.1: Pasos para el cálculo de cuotas de base biológica para el análisis sectorial. | 110 |
| Figura 9.1: Uso de insumos de base biológica para la Sección C por actividad económica para 2012. | 133 |
| Figura 9.2: Uso de insumos de base biológica para la Sección C por actividad económica para 2016. | 133 |
| Figura 9.3: Residuos de biomasa. Consumo final energético por tipo de 2013 a 2020. | 139 |
| Figura 9.4: Consumo final energético por fuente de energía. | 140 |

Figures

| | |
|--|----|
| Figure 2.1: Conceptual framework for monitoring the sustainability of the bioeconomy. | 11 |
| Figure 2.2: Schematic representation of the material flow approach and sustainability assessment. | 14 |
| Figure 2.3: Schematic representation of the material flow-based sustainability assessment workflow. | 15 |
| Figure 3.1: Soybean biomass flow in metric tonnes (t) of grain for 2020. | 23 |
| Figure 3.2: Total value added generated and value added per tonne (left). Total employment generated and employment per tonne (right). | 26 |
| Figure 3.3: Land use area (left) and global warming potential (right). | 27 |
| Figure 3.4: Use of synthetic agrochemicals including fertilizers (nitrogen, phosphorus, potassium) and pesticides. | 28 |
| Figure 4.1: Livestock (beef) biomass flow in metric tonnes (t) for 2020. | 39 |
| Figure 4.2: Non-carcass weight residuals and by-products for 2020. | 41 |
| Figure 4.3: Total value of production generated and value of production per tonne (left). Total number of people employed and number of people employed per tonne (right). | 43 |
| Figure 4.4: Global warming potential (left), total area under good management practices for 2020 (right). | 44 |
| Figure 4.5: Land use area (2017-2020). | 45 |
| Figure 4.6: Use of synthetic agrochemicals including fertilizers (nitrogen, phosphorus, potassium) and pesticides. | 46 |
| Figure 5.1: <i>Eucalyptus</i> pulp biomass flow for 2020 in million metric tonnes (t) of roundwood equivalent (r). | 53 |
| Figure 5.2: Total value added generated and value added per tonne of cellulose pulp (left), total employment generated and employment per tonne of cellulose pulp (right). | 56 |
| Figure 5.3: Land use area (2017-2020). | 57 |
| Figure 5.4: Total global warming potential and GWP per tonne of cellulose pulp (left), total energy use and energy use per tonne of cellulose pulp (right). | 58 |
| Figure 6.1: Material flow of milk powder in litres of milk equivalent for 2020. | 75 |
| Figure 6.2: Qualitative flow of milk by-products. | 77 |
| Figure 6.3: Value added of dairy products. | 81 |
| Figure 6.4: Average productivity in the primary phase. | 81 |
| Figure 6.5: Dairy sector financing. | 82 |
| Figure 6.6: Purchasing power of milk. | 83 |
| Figure 6.7: Use of synthetic fertilizers. | 86 |
| Figure 6.8: GHG emissions in milk production. | 86 |
| Figure 6.9: GHG emissions by gas. | 87 |
| Figure 7.1: Material flow for fish biomass in metric tonnes (t) in 2020. | 99 |

| | |
|---|-----|
| Figure 7.2: Material flow for aquaculture biomass in metric tonnes (t) in 2018. | 101 |
| Figure 7.3: Production value per catch. | 104 |
| Figure 8.1: Steps for the calculation of bio-based shares for the sectoral analysis. | 120 |
| Figure 9.1: Use of bio-based inputs for Section C per economic activity for 2012. Others include the rest of the inputs with a lower proportion. | 148 |
| Figure 9.2: Use of bio-based inputs for Section C per economic activity for 2016. | 149 |
| Figure 9.3: Biomass residues. Final energy consumption from 2013 to 2020 per type (in light green 'rice husk', in darker green 'by-products from forestry and forest residues', and in the darkest green 'others'). | 154 |
| Figure 9.4: Final Energy Consumption per Energy Source (wood and charcoal, biomass residues, petroleum derivatives, biofuels, natural gas, electricity and others). | 155 |

Cuadros

| | |
|---|-----|
| Cuadro 3.1: Indicadores socioeconómicos y medioambientales cuantificados para la soja. | 19 |
| Cuadro 4.1: Indicadores socioeconómicos y medioambientales cuantificados para la carne vacuna. | 33 |
| Cuadro 5.1: Indicadores socioeconómicos y medioambientales cuantificados para pulpa. | 49 |
| Cuadro 6.1: Indicadores socioeconómicos y ambientales para la leche. | 65 |
| Cuadro 7.1: Indicadores socioeconómicos y ambientales para la pesca. | 93 |
| Cuadro 7.2: Indicadores de abundancia y presión pesquera. | 96 |
| Cuadro 8.1: Clasificación de datos semejante a la CIU Rev. 4. y datos proporcionados por la Matriz de Usos Intermedio en dos niveles de agregación diferentes. | 112 |
| Cuadro 8.2: Sectores económicos seleccionados para la estimación de las cuotas de base biológica y la evaluación de la sostenibilidad de la bioeconomía en Uruguay. | 113 |
| Cuadro 8.3: Sectores clave para el desarrollo de la bioeconomía en Uruguay y su relación con los ODS. | 116 |
| Cuadro 9.1: Insumos de cuota biológica más usados en la Sección C. | 129 |
| Cuadro 9.2: Uso de insumos de cuota biológica a nivel de un dígito. | 130 |
| Cuadro 9.3: Cuotas de base biológica MIN-MAX para las Secciones C, G e I para Uruguay para los años 2012 y 2016. | 131 |
| Cuadro 9.4: Cuotas de base biológica MIN-MAX para las clases C1 y C6 para los años 2012 y 2016. | 131 |
| Cuadro 9.5: Indicadores de sostenibilidad para el monitoreo sectorial de la bioeconomía uruguaya para GEI y Consumo Final Energético para 2012 y 2016. | 134 |
| Cuadro 9.6: Comparación de indicadores de sostenibilidad para el monitoreo sectorial de la bioeconomía uruguaya basados en EAE y BCU para 2012 y 2016. | 135 |
| Cuadro 9.7: Consumo final energético por fuente en ktep de 2012 a 2020. | 140 |

Tables

| | |
|---|-----|
| Table 3.1: Quantified socioeconomic and environmental indicators for soybeans. | 25 |
| Table 4.1: Quantified socioeconomic and environmental indicators for beef meat. | 42 |
| Table 5.1: Quantified socioeconomic and environmental indicators for pulp. | 55 |
| Table 6.1: Quantified socioeconomic and environmental indicators for milk. | 80 |
| Table 7.1: Quantified socioeconomic and environmental indicators for fisheries. | 103 |
| Table 7.2: Abundance and fishing pressure indicators. | 105 |
| Table 8.1: Data classification similar to ISIC Rev 4. and data provided by the Intermediate Use Matrix at two different aggregation levels. | 122 |
| Table 8.2: Selected economic sectors for bio-based shares estimation and sustainability assessment of the bioeconomy in Uruguay. | 123 |
| Table 8.3: Key sectors for bioeconomy development in Uruguay and their relationship with SDGs. | 126 |
| Table 9.1: Most bio-based used inputs used in Section C. | 145 |
| Table 9.2: Use of bio-based inputs at one-digit level. | 146 |
| Table 9.3: Bio-based MIN – MAX shares for Sections C, G and I for Uruguay for years 2012 and 2016. | 147 |
| Table 9.4: MIN – MAX bio-based shares for classes C1, C6, I1 and I2 for years 2012 and 2016. | 147 |
| Table 9.5: Sustainability indicators for sectoral monitoring of Uruguayan bioeconomy for GHG and Final Energy Consumption 2012 and 2016. | 149 |
| Table 9.6: Comparison of sustainability indicators for sectoral monitoring of Uruguayan bioeconomy based on EAS and CBU for 2012 and 2016. | 150 |
| Table 9.7: Final energy consumption per source in ktoe from 2012 to 2020. | 155 |

Agradecimientos

Este estudio fue encargado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) como parte del proyecto “Hacia unas Directrices de Bioeconomía Sostenible”, apoyado por el Ministerio de Alimentación y Agricultura del Gobierno Federal de Alemania (BMEL) e implementado por la Oficina de Cambio Climático, Biodiversidad y Medio Ambiente de la FAO.

Este trabajo fue coordinado y supervisado por Jörg Schweinle (Instituto Thünen). Fernando Gordillo (Instituto Thünen), Sofía Polcaro (FAO) y Paola Pozo (Instituto Thünen) han elaborado el borrador del presente informe. El enfoque metodológico fue desarrollado por el Instituto Thünen y ajustado para el caso de Uruguay. Los autores de la metodología del análisis del flujo material son Paola Pozo y Jörg Schweinle. La autora de los resultados del monitoreo de flujo material para carne vacuna, grano de soja y pulpa de *Eucalyptus* es Paola Pozo. La autora de los resultados del monitoreo de flujo material para leche y pesca es Sofía Polcaro. Los autores de la metodología del enfoque sectorial son Fernando Gordillo y Jörg Schweinle. El autor del análisis sectorial es Fernando Gordillo. Marta Gomez San Juan, experta sénior en bioeconomía (FAO), ha coordinado el proyecto piloto en Uruguay, y ha revisado y editado la publicación.

El equipo del proyecto quisiera expresar un especial agradecimiento a los diferentes especialistas del gobierno, organizaciones internacionales, referentes del sector académico y de la empresa privada que fueron consultados y brindaron valiosas sugerencias: Susanne Iost, Holger Weimar (Instituto Thünen); Mariana Boscana, Leonardo Boragno, Federico de León, Patricia Escudero (DGF-MGAP); Ignacio Fígoli, Federico Rehermann, Wilson Sierra, Alejandra Reyes, Laura Lacuague, Sebastián Bianchi (MIEM); Pablo Couto, Victoria Fontan (DIEA-MGAP); Gabriel Osorio, Ismael Martínez (SNIG-MGAP); Bruno Lanfranco, Roberto Scoz, Santiago Fariña (INIA); Natalia Román, Hugo Laguna, Jaqueline Coelho, Carolina Balián, Angela Cortelezzi, Cecilia Jones, José Bervejillo, María Noel Ackermann, Nicolás Costa, Catalina Rava, Natalia Barboza, Juan Baraldo, Fabián Mila (OPYPA-MGAP); Ignacio Paparamborda, Esteban Hoffman, Sebastián Mazzini, Lucía Pittaluga, Federico García (UDELAR); Florencia Carriquiry, Pablo Rosselli (Exante); Diego García (INE); Ernesto Pienika (BCU); Alex López (CAF); Carolina Balestra (MTO); Magdalena Borges (MA); Pablo Modernel (FrieslandCampina); Valentina Herrera, Sandra González, Lorena Muñiz, Milka Farias (INAC); Pablo Montes (UPM); María Noel Cabrera (FING); Omar Defeo (DINARA), Micaela Trimble (Instituto SARAS), Ignacio Gianelli (Universidad Santiago de Compostela), Claudio Taroco (Jardín Primitivo), Francisco Rostan (INALE), Laura Piedrabuena, Guillermo Sena (Universidad de Wageningen), Cynthia Lima (Banco Interamericano de Desarrollo).

El estudio fue publicado bajo la dirección editorial de Shane Harnett (FAO), con diseño de portada y maquetación de Matteo Zandonella Bolco (FAO).

Acknowledgements

This study was commissioned by the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) as part of the “Towards Sustainable Bioeconomy Guidelines” project, supported by the Ministry of Food and Agriculture of the Federal Government of Germany (BMEL) and hosted in FAO’s Office of Climate Change, Biodiversity and Environment.

This work was coordinated and supervised by Jörg Schweinle (Thünen Institute). Fernando Gordillo (Thünen Institute), Sofía Polcaro (FAO) and Paola Pozo (Thünen Institute) drafted the present document. The methodological approach was developed by Thünen Institute and adapted for Uruguay. The authors of the material flow analysis methodology are Paola Pozo and Jörg Schweinle. The author of the material flow-based monitoring of beef meat, soybean and *Eucalyptus* pulp is Paola Pozo. The author of the material flow-based monitoring of dairy and fisheries is Sofía Polcaro. The authors of the sectoral analysis methodology are Fernando Gordillo and Jörg Schweinle. The author of the results of the sectoral-based monitoring is Fernando Gordillo. Marta Gomez San Juan, FAO senior bioeconomy expert, coordinated the overall work of the pilot project in Uruguay, and she revised and edited the final publication.

The project team would like to express special thanks to the various specialists from government, international organizations, academia and private enterprise who were consulted and provided valuable suggestions: Susanne Iost, Holger Weimar (Thünen Institute); Mariana Boscana, Leonardo Boragno, Federico de León, Patricia Escudero (DGF-MGAP); Ignacio Fígoli, Federico Rehermann, Wilson Sierra, Alejandra Reyes, Laura Lacuague, Sebastián Bianchi (MIEM); Pablo Couto, Victoria Fontan (DIEA-MGAP); Gabriel Osorio, Ismael Martínez (SNIG-MGAP); Bruno Lanfranco, Roberto Scoz, Santiago Fariña (INIA); Natalia Román, Hugo Laguna, Jaqueline Coelho, Carolina Balián, Angela Cortelezzi, Cecilia Jones, José Bervejillo, María Noel Ackermann, Nicolás Costa, Catalina Rava, Natalia Barboza, Juan Baraldo, Fabián Mila (OPYPA-MGAP); Ignacio Paparamborda, Esteban Hoffman, Sebastián Mazzini, Lucía Pittaluga, Federico García (UDELAR); Florencia Carriquiry, Pablo Rosselli (Exante); Diego García (INE); Ernesto Pienika (BCU); Alex López (CAF); Carolina Balestra (MTO); Magdalena Borges (MA); Pablo Modernel (FrieslandCampina); Valentina Herrera, Sandra González, Lorena Muñiz, Milka Farias (INAC); Pablo Montes (UPM); María Noel Cabrera (FING); Omar Defeo (DINARA), Micaela Trimble (SARAS Institute), Ignacio Gianelli (Universidad Santiago de Compostela), Claudio Taroco (Jardín Primitivo), Francisco Rostan (INALE), Laura Piedrabuena, Guillermo Sena (Wageningen University), Cynthia Lima (Interamerican Development Bank).

The study was published under the overall editorial direction of Shane Harnett (FAO), with cover design and layout by Matteo Zandonella Bolco (FAO).

Abreviaturas y siglas

| | |
|------------------|--|
| BCU | Banco Central del Uruguay |
| CAE-Agro | Cuenta Ambiental Económica Agropecuaria |
| CAF | Banco de Desarrollo de América Latina, por sus siglas en inglés |
| CIU | Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas |
| CMPP | Cámara Mercantil de Productos del País |
| CONAPROLE | Cooperativa Nacional de Productores de Leche |
| CONICYT | Consejo Nacional de Innovación, Ciencia y Tecnología |
| DGDR | Dirección General de Desarrollo Rural |
| DGF | Dirección General Forestal |
| DGRN | Dirección General de Recursos Naturales |
| DIEA | Dirección de Estadísticas Agropecuarias |
| DINAMA | Dirección Nacional de Medio Ambiente |
| DINARA | Dirección Nacional de Recursos Acuáticos |
| EAE | Encuesta de Actividad Económica |
| ECH | Encuesta Continua de Hogares |
| FAGRO | Facultad de Agronomía, Universidad de la Republica |
| FIN | Facultad de Ingeniería, Universidad de la Republica |
| FSC | Consejo de Administración Forestal, por sus siglas en inglés |
| GEI | Gases de Efecto Invernadero |
| GIT-BS | Grupo interinstitucional de trabajo en Bioeconomía Sostenible |
| GMA | Gestión y Monitoreo de aplicaciones de Agroquímicos |
| GWP | Potencial de Calentamiento Global, por sus siglas en inglés |
| INAC | Instituto Nacional de Carnes |
| INALE | Instituto Nacional de la Leche |
| INE | Instituto Nacional de Estadística |
| INGEI | Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero |
| INIA | Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria |
| ISBWG | Grupo de Trabajo Internacional para una Bioeconomía Sostenible |
| LOFASA | Marco lógico para la evaluación de la sostenibilidad, por sus siglas en inglés |
| LSQA | Asociación del Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) y Quality Australia |
| MA | Ministerio de Ambiente |
| MGAP | Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca |
| MIEM | Ministerio de Industria, Energía y Minería |
| MTO | Mesa Tecnológica de Oleaginosos |
| MUI | Matriz de Uso Intermedio del Banco Central de Uruguay |
| MVOTMA | Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente |
| ODS | Objetivos de Desarrollo Sostenible |
| OPP | Oficina de Planeamiento y Presupuesto |
| OPYPA | Oficina de Programación y Política Agropecuaria |
| OSE | Obras Sanitarias del Estado |
| PEFC | Programa para el Reconocimiento de la Certificación Forestal, por sus siglas en inglés |

| | |
|-----------------|---|
| PIB | Producto Interno Bruto |
| PNA | Plan Nacional de Adaptación |
| PNA-Agro | Plan Nacional de Adaptación a la Variabilidad y el Cambio Climático para el Sector Agropecuario |
| PROBIO | Proyecto de Producción de Electricidad a partir de Biomasa en Uruguay |
| SNIG | Sistema Nacional de Información Ganadera |
| SNRCC | Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático y Variabilidad |
| UDELAR | Universidad de la República |
| USYCC | Unidad de Sostenibilidad y Cambio Climático |
| UTE | Usinas y Transmisiones Eléctricas |
| VA | Valor Agregado |

Abbreviations and acronyms

| | |
|------------------|--|
| CAE-Agro | Agricultural Economic Environmental Account, for its acronym in Spanish |
| CAF | Development Bank of Latin America, for its acronym in Spanish |
| CBU | Central Bank of Uruguay |
| CIU | International Standard Industrial Classification of all Economic Activities |
| CMPP | National Mercantile Chamber of Products, for its acronym in Spanish |
| CONAPROLE | National Cooperative of Milk Producers, for its acronym in Spanish |
| CONICYT | National Council for Innovation, Science and Technology, for its acronym in Spanish |
| DGDR | General Directorate of Rural Development, for its acronym in Spanish |
| DGF | General Directorate of Forestry, for its acronym in Spanish |
| DGRN | General Directorate of Natural Resources, for its acronym in Spanish |
| DIEA | Direction of Agricultural Statistics, for its acronym in Spanish |
| DINAMA | National Directorate of Environment, for its acronym in Spanish |
| DINARA | National Directorate of Aquatic Resources, for its acronym in Spanish |
| EAS | Economic Activity Survey |
| ECH | Continuous Household Survey, for its acronym in Spanish |
| FAGRO | Faculty of Agronomy, for its acronym in Spanish |
| FING | Faculty of Engineering, Universidad de la República, for its acronym in Spanish |
| FSC | Forest Stewardship Council |
| GDP | Gross Domestic Product |
| GHG | Greenhouse Gas (emissions) |
| GIT-BS | Interinstitutional Working Group on Sustainable Bioeconomy; for its acronym in Spanish |
| GMA | Management and Monitoring of Agrochemicals Applications, for its acronym in Spanish |
| GWP | Global Warming Potential |
| INAC | National Meat Institute, for its acronym in Spanish |
| INALE | National Milk Institute, for its acronym in Spanish |
| INE | National Institute of Statistics, for its acronym in Spanish |
| INGEI | National Inventory of Greenhouse Gases, for its acronym in Spanish |
| INIA | National Institute of Agricultural Research, for its acronym in Spanish |
| ISBWG | International Sustainable Bioeconomy Working Group |
| ISIC | International Standard Industrial Classification of All Economic Activities |
| IUM | Intermediate Use Matrix of the Central Bank of Uruguay |
| LOFASA | Logical Framework for Sustainability Assessment |
| LSQA | Technological Laboratory Association of Uruguay (LATU) and Quality Australia |
| MA | Ministry of Environment, for its acronym in Spanish |
| MGAP | Ministry of Livestock, Agriculture and Fisheries, for its acronym in Spanish |
| MIEM | Ministry of Industry, Energy and Mining, for its acronym in Spanish |
| MTO | Technological Roundtable for Oilseeds, for its acronym in Spanish |
| MVOTMA | Ministry of Housing, Territorial Planning and Environment, for its acronym in Spanish |
| OPYPA | Office of Programming and Agricultural Policy, for its acronym in Spanish |

| | |
|-----------------|---|
| OSE | State Sanitary Works, for its acronym in Spanish |
| PEFC | Programme for the Endorsement of Forest Certification |
| PNA-Agro | National Plan for Adaptation to Climate Variability and Change for the Agriculture and Livestock Sector, for its acronym in Spanish |
| PROBIO | Biomass Electricity Production Project in Uruguay, for its acronym in Spanish |
| SDGs | Sustainable Development Goals |
| SNIG | National Livestock Information System, for its acronym in Spanish |
| SNRCC | National Climate Change and Variability Response System, for its acronym in Spanish |
| UDELAR | University of the Republic, for its acronym in Spanish |
| USYCC | Sustainability and Climate Change Unit, for its acronym in Spanish |
| UTE | National Administration of Power Plants and Electrical Transmissions, for its acronym in Spanish |
| VA | Value Added |

Resumen ejecutivo

La transición desde una economía basada en fósiles hacia una más sostenible y renovable es un objetivo político expresado en estrategias nacionales e internacionales. Un pilar hacia una economía más sostenible es la transformación hacia una bioeconomía. En general, incluye el reemplazo de recursos no renovables con recursos bio-basados y el uso de procesos biológicos sin comprometer la sostenibilidad. Para Uruguay, la transición hacia una bioeconomía es una gran oportunidad.

A fin de hacer un seguimiento del progreso y la sostenibilidad, se propone la elaboración de un sistema de monitoreo y evaluación de la bioeconomía. Como un paso más para apoyar la transición hacia una economía más sostenible, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en cooperación con el Ministerio de Alimentación y Agricultura del Gobierno Federal de Alemania (BMEL), decidió apoyar el desarrollo de un sistema de monitoreo de la sostenibilidad de la bioeconomía para Uruguay. El marco conceptual del sistema de monitoreo fue desarrollado por el Instituto Thünen, adaptado para Uruguay y basado en un concepto desarrollado para Alemania con el fin de sincronizar las actividades de monitoreo de la bioeconomía a nivel nacional.

El marco conceptual del sistema de monitoreo tiene dos ámbitos principales: i) el monitoreo de los flujos de materiales y ii) el monitoreo de la bioeconomía a nivel sectorial. Ambos se complementan entre sí para obtener un análisis completo de la sostenibilidad de la bioeconomía. Mientras que el monitoreo de los flujos de materiales proporciona información detallada de los efectos de sostenibilidad, el monitoreo a nivel sectorial sitúa la bioeconomía en perspectiva con la economía en su conjunto mediante el uso de información monetaria; esto proporciona una base sólida para evaluar el desarrollo transversal de la bioeconomía.

Las estimaciones de los flujos de materiales analizados y sus efectos de sostenibilidad destacan el rol de las cadenas en diferentes efectos de sostenibilidad, que fueron seleccionados en un proceso participativo con expertos locales. Ejemplos de indicadores en cuanto a generación de empleo, valor agregado, desarrollo económico, uso del suelo, uso de agroquímicos sintético o potencial de reducción de las emisiones de GEI. Las estimaciones de las cuotas de base biológica del análisis sectorial proporcionan información sobre los efectos de la sostenibilidad y facilitan una primera visión del desarrollo de la bioeconomía. Se observaron *trade-offs* en cuanto a producción y emisiones, especialmente en el sector agrícola. Estas estimaciones podrían servir para establecer valores de referencia de indicadores que permitan evaluar las necesidades u objetivos nacionales.

El monitoreo de la sostenibilidad de la bioeconomía contribuye a identificar y rastrear las sinergias o *trade-offs* entre los efectos de sostenibilidad a lo largo del tiempo. Se destaca la necesidad de obtener información confiable de fuentes oficiales recolectadas de forma regular y con métodos estandarizados a fin de garantizar el monitoreo de la sostenibilidad de la bioeconomía a largo plazo y proporcionar así una base esencial para la toma de decisiones.

Executive summary

The transition from a fossil-based economy to a more sustainable and renewable one is a political objective expressed in national and international strategies. One pillar towards a more sustainable economy is the transformation towards a bioeconomy. In general, it includes the replacement of non-renewable resources with bio-based resources and the use of biological processes without compromising sustainability. For Uruguay, the transition to a bioeconomy is a great opportunity.

In order to track the progress and sustainability, the development of a bioeconomy monitoring and evaluation system is proposed. As a further step to support the transition to a more sustainable economy, the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), in cooperation with the Ministry for Food and Agriculture of the Federal Government of Germany (BMEL), decided to support the development of a bioeconomy sustainability monitoring system for Uruguay. The conceptual framework of the monitoring system was developed by Thünen Institute, adapted for Uruguay and based on a concept developed for Germany to synchronize national bioeconomy monitoring activities.

The conceptual framework of the monitoring system has two main areas: i) the monitoring of material flows and ii) the monitoring of the bioeconomy at the sectoral level. Both complement each other to obtain a comprehensive analysis of the sustainability of the bioeconomy. While the monitoring of material flows provides detailed information in terms of biomass, sector-level monitoring puts the bioeconomy in perspective with the economy as a whole by using monetary information; this provides a solid basis for assessing the cross-sectoral development of the bioeconomy.

The estimates of the material flows analysed and their sustainability effects highlight the role of the chains in different sustainability effects, selected in a participatory process with local stakeholders. For example, indicators of employment generation, economic development and value added, land use, synthetic agrochemicals use, biodiversity, or the potential for reducing greenhouse gas (GHG) emissions. The estimates of bio-based shares from the sectoral analysis provide information on sustainability impacts and give policymakers a first insight into the development of the bioeconomy. Trade-offs in terms of production and emissions were observed, especially in the agricultural sector. These estimates could be used to establish baseline values for sustainability indicators to assess national needs or targets.

Monitoring the sustainability of the bioeconomy helps to identify and track synergies or trade-offs between sustainability effects over time. Among the main messages presented is the need for reliable information from official sources collected on a regular basis and with standardized methods in order to ensure long-term sustainability monitoring of the bioeconomy and thus provide an essential basis for policy decisions.

1 Introducción

La transición de la economía actual basada en el uso de fuentes fósiles hacia una economía más sostenible y renovable se considera, junto con el concepto de economía circular, una parte importante de la transformación de la economía (Sturm y Banse, 2021). Por lo tanto, la bioeconomía ha ganado atención como un objetivo político expresado en diferentes estrategias nacionales e internacionales, como una alternativa para lograr la agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y el acuerdo de París (Alviar *et al.*, 2021). Su objetivo es abordar varios retos mundiales, como el cambio climático, la seguridad alimentaria, la salud y la seguridad energética, y se considera un motor de innovación, nutrido por nuevas investigaciones y desarrollos en las ciencias biológicas e ingeniería (FAO, 2019). Si bien la bioeconomía se asocia a menudo con una serie de beneficios económicos, ambientales y sociales, no es necesariamente un sinónimo de sostenibilidad y no siempre crea una situación de beneficio en todas las dimensiones de sostenibilidad (Calicioglu y Bogdanski, 2021). Aunque los *trade-offs* son inevitables, se debe hacer un seguimiento adecuado para minimizarlos. Asimismo, identificar sinergias para poder maximizarlas. Por lo tanto, la meta de monitoreo y evaluación no debe ser únicamente medir el desarrollo de la bioeconomía *per se*, sino también su sostenibilidad (Dubois and Gomez San Juan, 2016, and Wesseler and von Braun, 2017).

El gobierno uruguayo ha trabajado para lograr un uso y una producción más sostenibles de los recursos naturales. Algunas iniciativas incluyen: la estrategia "Uruguay Agointeligente. Los desafíos para un Desarrollo sostenible" que busca promover la producción agrícola sostenible y reducir la vulnerabilidad climática de los sistemas de producción (MGAP, 2017) y el "Plan Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible" que tiene como objetivo promover prácticas de producción sostenible que reduzcan el impacto ambiental de las actividades agrícolas, teniendo como meta reducir el uso de productos fitosanitarios sintéticos en la producción agrícola (MVOTMA, 2019). Adicionalmente, Uruguay ha comenzado a actuar hacia una producción más sostenible y circular. Un ejemplo es el Plan Nacional de Gestión de Residuos en el marco del programa "Uruguay más circular" y la valorización de residuos incluyendo la promoción de la generación de energía a partir de biomasa (por ejemplo, los proyectos Probio y Biovalor).

En reconocimiento de los esfuerzos realizados en materia de producción más sostenible, Uruguay ha sido seleccionado para ser uno de los países piloto del proyecto de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) "Hacia unas directrices de bioeconomía sostenible" con el apoyo financiero del Ministerio para la Alimentación y la Agricultura del Gobierno Federal de Alemania (BMEL), cuyo objetivo es apoyar a los países en el desarrollo de estrategias nacionales de bioeconomía, planes de acción y sistemas de monitoreo. En este contexto, con el apoyo de la FAO en cooperación con BMEL y con insumos del Grupo Interinstitucional de Trabajo en Bioeconomía Sostenible (GIT-BS) a nivel nacional así como del Grupo de Trabajo Internacional para una Bioeconomía Sostenible (ISBWG por sus siglas en inglés) liderado por FAO, el Gobierno de Uruguay elaboró la Estrategia Nacional de Bioeconomía en 2020 (pendiente de aprobación) en la cual se define la bioeconomía como

"una economía basada en la producción de bienes y servicios resultantes del uso directo, la transformación sostenible y la conservación de los recursos biológicos, y que se beneficia del conocimiento de los procesos y principios biológicos, la ciencia y la tecnología" (GIT-BS, 2020).

Como un paso más para apoyar la transición hacia una economía más sostenible, la FAO, en cooperación con el Ministerio Federal de Alimentación y Agricultura de Alemania, decidió apoyar el desarrollo de un sistema de monitoreo de la sostenibilidad de la bioeconomía. El proyecto "Monitoreo de la Bioeconomía en Uruguay" es un esfuerzo conjunto entre el Instituto Thünen de Alemania, la Unidad de Sostenibilidad y Cambio Climático de OPYPA y la FAO. Este informe presenta los resultados del trabajo llevado a cabo desde octubre de 2020 para desarrollar un sistema de monitoreo y evaluación de la sostenibilidad de la bioeconomía en Uruguay. El enfoque de monitoreo que se está aplicando para el caso de Uruguay fue desarrollado por el Instituto Thünen e incluye su implementación en términos de análisis sectorial y de flujo material, incluyendo en ambos casos la selección y cuantificación de indicadores de sostenibilidad (económicos, sociales y ambientales).

1 Introduction

The transition from the current fossil-based economy to a more sustainable and renewable economy is considered, together with the concept of circular economy, an important part of the transformation of the economy (Sturm and Banse, 2021). Therefore, bioeconomy has gained attention as a political objective expressed in different national and international strategies, as an alternative to achieve the 2030 Agenda for Sustainable Development, the Sustainable Development Goals (SDGs) and the Paris agreement (Alviar *et al.*, 2021). It aims to address several global challenges, such as climate change, food security, health and energy security, and is seen as a driver of innovation, nurtured by new research and developments in the life sciences and engineering (FAO, 2019). While the bioeconomy is often associated with a range of economic, environmental and social benefits, it is not necessarily synonymous with sustainability and does not always create a win-win situation in all dimensions of sustainability (Calicioglu and Bogdanski, 2021). Although trade-offs are common, they should be properly monitored to be minimized. Likewise, identifying synergies is important in order to maximize them. Therefore, the goal of monitoring and evaluation should not only be to measure the development of the bioeconomy *per se*, but also its sustainability (Dubois and Gomez San Juan, 2016, and Wesseler and von Braun, 2017).

The Government of Uruguay has worked to achieve more sustainable use and production of natural resources. Some initiatives include: the strategy "Uruguay Agointeligente. Los desafíos para un Desarrollo sostenible", which seeks to promote sustainable agricultural production and reduce the climate vulnerability of production systems (MGAP, 2017); and the "Plan Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible", which aims to promote sustainable production practices that reduce the environmental impact of agricultural activities, including reducing the use of synthetic phytosanitary products in agricultural production (MVOTMA, 2019). Additionally, Uruguay has started to act towards a more sustainable and circular production. An example is the National Waste Management Plan under the "Uruguay más circular" programme and the valorization of residues including the promotion of energy generation from biomass (the Probio and Biovalor projects).

In recognition of the efforts made in terms of more sustainable production, Uruguay has been selected to be one of the pilot countries of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) project "Towards sustainable bioeconomy guidelines", with the financial support of the Ministry for Food and Agriculture of the Federal Government of Germany (BMEL). The project aims to support countries in the development of national bioeconomy strategies, action plans and monitoring systems. In this context, with the support of FAO in cooperation with BMEL and with inputs from the Interagency Sustainable Bioeconomy Working Group (IWG-SB) at the national level, as well as the International Sustainable Bioeconomy Working Group (ISBWG) led by FAO, the Government of Uruguay elaborated the National Bioeconomy Strategy in 2020 (pending approval). The Strategy defines the bioeconomy as "an economy based on the production of goods and services resulting from the direct use, sustainable transformation and conservation of biological resources, and which

benefits from the knowledge of biological processes and principles, science and technology" (IWG-BS, 2020).

As a further step to support the transition to a more sustainable economy, FAO, in cooperation with the German Federal Ministry of Food and Agriculture, decided to support the development of a sustainability monitoring system of the bioeconomy. The project "Monitoring the Bioeconomy in Uruguay" is a joint effort between Thünen Institute of Germany, the Sustainability and Climate Change Unit of Uruguay's Office of Programming and Agricultural Policy (OPYPA) and FAO. This report presents the results of work carried out from October 2020 to develop a monitoring and evaluating system to assess the sustainability of the bioeconomy in Uruguay. The monitoring approach being applied for the case of Uruguay was developed by Thünen Institute and includes its implementation in terms of sectoral and material flow analysis, including in both cases the selection and quantification of sustainability indicators (economic, social and environmental).

2 Metodología del análisis del flujo material

2.1 Marco conceptual general

El marco conceptual del sistema de monitoreo presentado en este informe tiene dos ámbitos principales. El primero es el monitoreo de los flujos de materiales de origen biológico. El segundo es el monitoreo de la bioeconomía a nivel sectorial. Mientras que el monitoreo de los flujos de materiales proporciona información asociada a la producción primaria, la fabricación, el consumo y el desecho de los recursos de origen biológico, el monitoreo a nivel sectorial pone la bioeconomía en perspectiva con la economía en su conjunto. La evaluación de los efectos de la sostenibilidad es parte integral de ambos ámbitos de monitoreo. La figura 2.1 ofrece una visión general de los pasos consecutivos: i) definición de la bioeconomía y de los objetivos del monitoreo, ii) recolección de datos, iii) cuantificación de los flujos de materiales y de los parámetros sectoriales, iv) evaluación de los efectos de la sostenibilidad. El procedimiento se repite con cada nuevo ciclo de monitoreo.

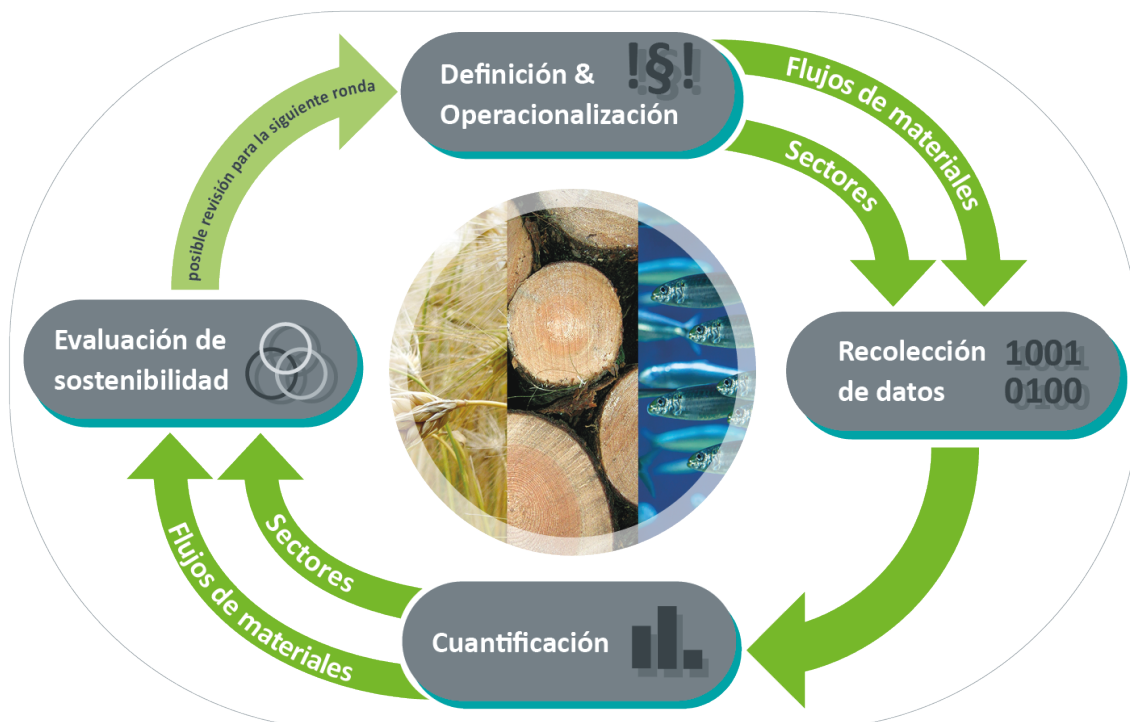


Figura 2.1: Marco conceptual para el monitoreo de la sostenibilidad de la bioeconomía.

Fuente: Iost, S., Geng, N., Schweinle, J., Banse, M., Brüning, S., Jochem, D., Machmüller, A. & Weimar, H. 2020. Setting up a bioeconomy monitoring: Resource base and sustainability. Thünen Working Paper 149. Hamburg (Germany), Thünen Institute. <https://www.gjae-online.de/articles/german-bioeconomy-economic-importance-and-concept-of-measurement/>

2.2 Flujo de material

El enfoque de flujo material cuantifica las entradas y salidas de materiales de cualquier cadena de valor o incluso de una economía nacional. Este enfoque describe el flujo material desde la cosecha hasta el uso final, incluyendo todas las etapas de procesamiento, manufactura y reciclaje. Cada paso se considera un proceso y puede constituir en la transformación industrial, la manufactura, el uso final, el desecho o el reciclaje. El uso final puede incluir productos de alimentación, materiales y/o uso energético. Para este enfoque se aplicó la metodología desarrollada por (Schweinle *et al.*, 2020) que incluye la selección de productos principales que representan los principales flujos como unidades funcionales. Generalmente, el producto principal es aquel que se produce utilizando la mayor proporción de la biomasa de base biológica, es decir representa el flujo en términos de cantidad. Debido a que muchos de los efectos de sostenibilidad están relacionados con la biomasa, al seleccionar un producto principal también se cubre gran proporción de los efectos de sostenibilidad (Schweinle *et al.*, 2020). Asimismo, la selección de productos principales permite comparar los efectos de la sostenibilidad de los bio-productos con otros bio-productos o sus sustitutos. Como resultado, el enfoque proporciona información para, por ejemplo, mejorar la sostenibilidad del proceso de un flujo material o las políticas que fomentan el desarrollo de una bioeconomía sostenible.

Como punto de partida y para reducir la complejidad, el instituto Thünen elaboró flujos de biomasa cualitativos de los principales productos agrícolas incluyendo soja, arroz, ganadería, forestal (coníferas y no coníferas) y pesca. Posteriormente, se seleccionaron como productos principales para el análisis del flujo de material análisis del flujo de materiales (MFA, por sus siglas en inglés) los siguientes: pulpa de *Eucalyptus* (silvicultura), carne vacuna (ganadería), grano de soja (cultivos), leche en polvo (productos lácteos) y la pesca. En los diagramas de Sankey, los flujos se muestran en proporción a su cantidad. El grosor de la flecha refleja la cantidad de masa, es decir, un flujo con el doble de masa se representa mediante una flecha con el doble de ancho.

2.3 Unidad funcional, límites del sistema y criterio de corte

Se seleccionaron cinco productos entre la agricultura (soja, carne, lácteos), la silvicultura (pulpa de madera de *Eucalyptus*) y la pesca como los más relevantes para Uruguay. Los productos fueron priorizados debido a su importancia económica para el país. Se incluyó pesca para representar los diferentes sectores de la bioeconomía. Como unidad funcional se seleccionó las toneladas métricas de grano de soja, carne vacuna, pulpa de madera en equivalente de rolo y toneladas de pescado producidos, utilizados/consumidos, reciclados y eliminados en 2020, respectivamente, para la leche en polvo se utilizó como unidad funcional los litros en equivalente de leche. El año base del análisis del flujo material es 2020, pero puede variar según la disponibilidad de datos. Los límites del sistema cubren la producción y el procesamiento, el uso, la reutilización y la eliminación del producto principal. En la evaluación se consideraron los efectos de la sostenibilidad asociados a las entradas de materiales en el sistema (por ejemplo, fertilizantes, plaguicidas, agua), así como los residuos y los flujos de reciclaje. Los efectos de la sostenibilidad asociados a los servicios, los materiales auxiliares y

los medios de producción necesarios para fabricar un producto principal se excluyen en general de la evaluación. Geográficamente, el sistema cubre Uruguay, las importaciones de materias primas y productos que participan en los diferentes niveles de procesamiento están dentro de los límites del sistema, así como las exportaciones del producto básico, la distribución y el uso de los productos fuera de Uruguay están excluidos. En los siguientes capítulos se presentan los flujos de biomasa a mayor detalle y los indicadores que cuantifican los efectos de sostenibilidad.

2.4 Efectos de sostenibilidad

El flujo de material del producto principal es la base para el análisis de efectos de sostenibilidad (Iost *et al.*, 2020). Utilizamos el enfoque metodológico propuesto por (Schweinle *et al.*, 2020), basado en una combinación de Análisis de Flujo de Materiales y Análisis de Ciclo de Vida que rastrea los bio-productos y utiliza indicadores que representan las tres dimensiones de la sostenibilidad (económica, social y ambiental) (Figura 2.2). Este enfoque proporciona información sobre la cantidad total de bio-materiales producidos, utilizados y reciclados, así como sobre los efectos de sostenibilidad asociados. Para la pre-selección de indicadores de sostenibilidad se consideró los compromisos internacionales de Uruguay en materia de cambio climático, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), los principios y criterios aspiracionales para una bioeconomía sostenible (FAO, 2021), la nota sobre monitoreo de la sostenibilidad de la bioeconomía a nivel macroregional y país (Bogdanski *et al.*, 2021) que complementa la compilación de indicadores (Bracco *et al.*, 2019) la Estrategia de Bioeconomía Sostenible de Uruguay (pendiente de aprobación) y otros planes, marcos y estrategias nacionales relevantes. Por ejemplo, el Plan Nacional Ambiental de Desarrollo Sostenible, el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático para el Sector Agropecuario, la Estrategia Nacional de Desarrollo Uruguay 2050, entre otros. Para la selección de indicadores, se siguió un enfoque participativo ascendente y científico descendente a través de la colaboración de las partes interesadas y los especialistas, como se describe en el marco lógico para una evaluación de la sostenibilidad LOFASA (Meier, 2014; Schweinle *et al.*, 2020). Es decir, el flujo de trabajo incluye una combinación del análisis del flujo material, la evaluación del ciclo de vida y LOFASA (Figura 2.3). Los indicadores deben abordar adecuadamente los efectos de sostenibilidad y evaluar la posible causa o causas sobre los efectos cuantificados. Al mismo tiempo se debe comprobar su redundancia, adecuación, eficiencia y detalle (Schweinle *et al.*, 2020).

En este contexto, para la selección de indicadores se realizó un taller con las partes interesadas y especialistas seguido de una segunda ronda de consultas a diferentes especialistas. Los indicadores representan diferentes dimensiones de sostenibilidad (ecológica, económica, social en algunos casos incluyen gobernanza) (Egenolf and Bringezu, 2019). Con el fin de identificar la contribución del indicador a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) se estableció un vínculo entre los indicadores analizados y los ODS. La cuantificación de los indicadores incluye el periodo 2016-2020, que puede variar de acuerdo a la disponibilidad de información.

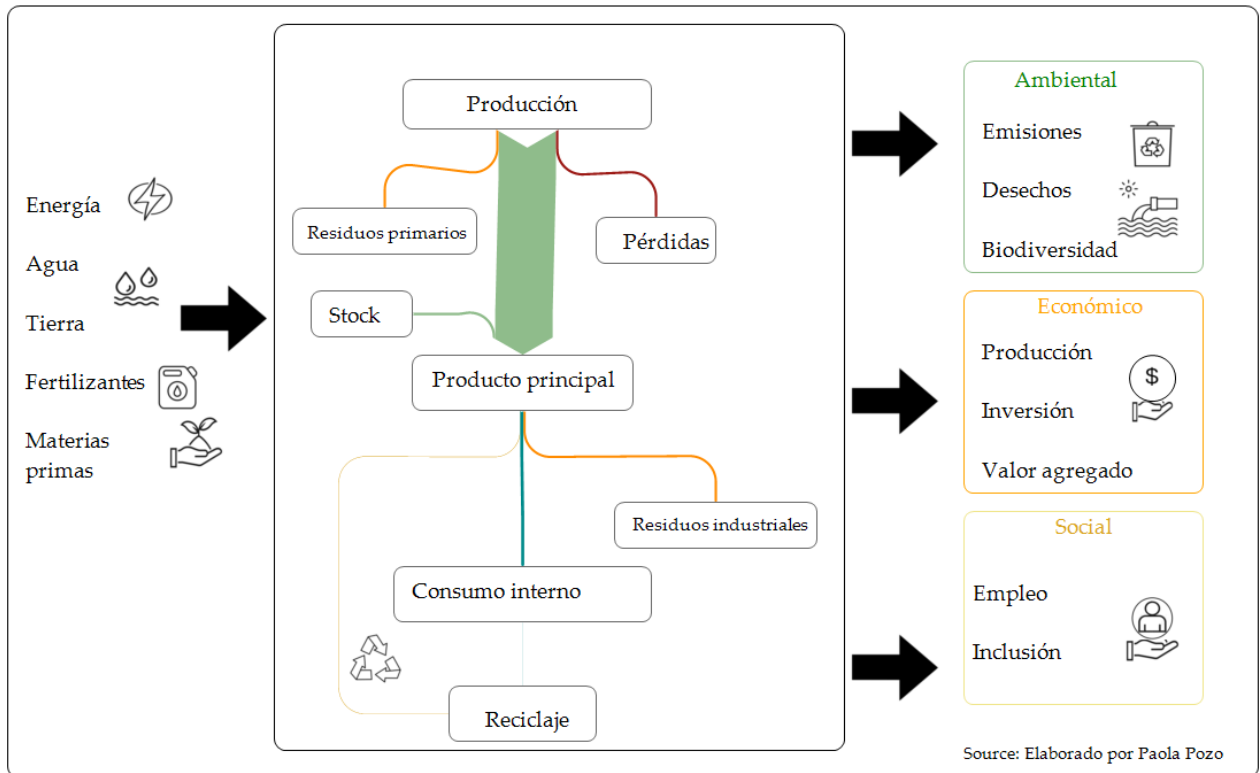


Figura 2.2: Representación esquemática del enfoque del flujo de materiales y la evaluación de los efectos de la sostenibilidad.

Fuente: elaborado por la autora P. Pozo (Instituto Thünen).

Dado que las estadísticas oficiales se recolectan de forma regular y con métodos estandarizados, se prefieren para el análisis con el fin de garantizar el monitoreo a largo plazo. Sin embargo, las estadísticas no oficiales son una herramienta para complementar el análisis, especialmente en casos en que la obtención de datos adicionales implicaría demasiado costo y tiempo. Los indicadores deben medirse idealmente en cada etapa del flujo para determinar la contribución de cada etapa a los efectos de sostenibilidad seleccionados. No obstante, si no se dispone de información, el enfoque permite cuantificar algunas etapas o todo el flujo y su producto principal.

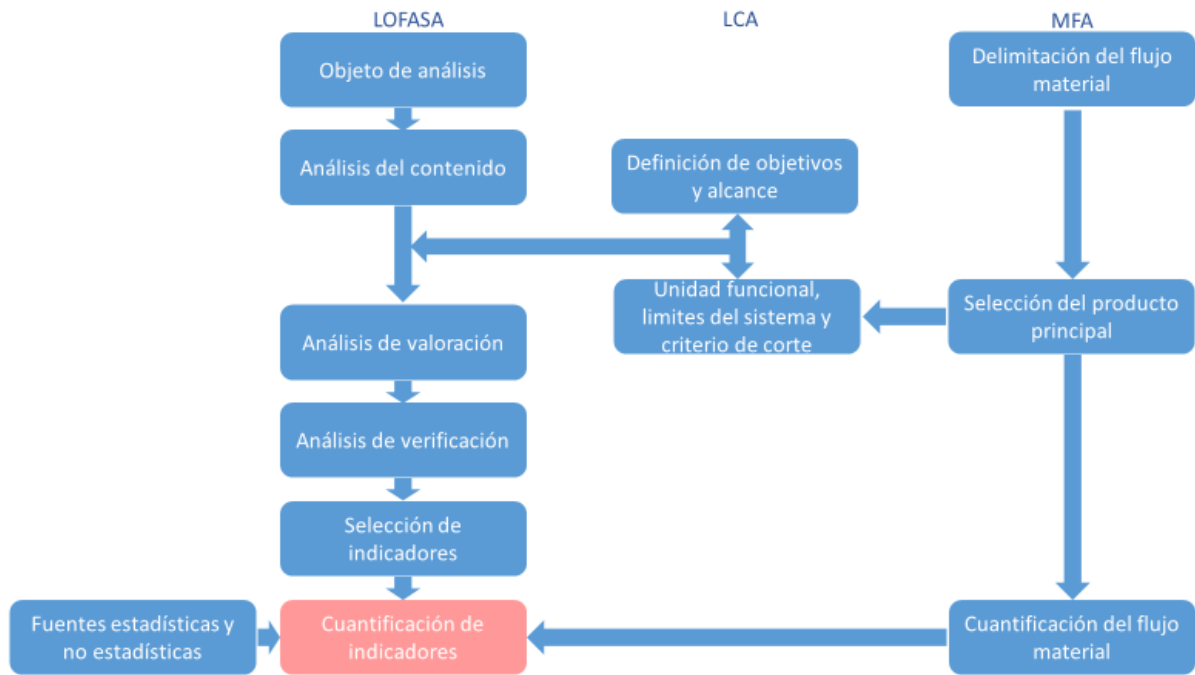


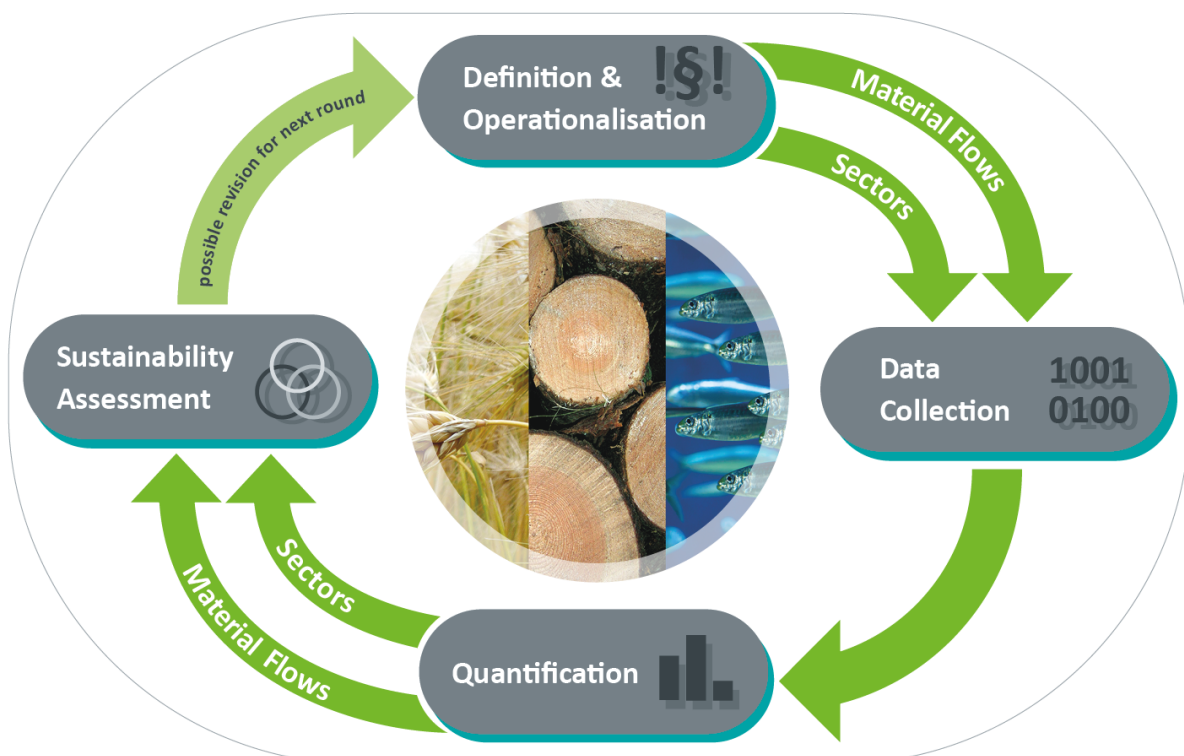
Figura 2.3: Representación esquemática del flujo de trabajo de la evaluación de la sostenibilidad basada en el flujo de materiales.

Fuente: **Schweinle, J., Geng, N., Iost, S., Weimar, H. & Jochem, D.** 2020. Monitoring sustainability effects of the Bioeconomy: a material Flow based approach using the example of softwood lumber and its core product Epal 1 Pallet. *Sustainability*, 12(6) : 2444. <https://doi.org/10.3390/su12062444>

2 Methodology of the material flow analysis

2.1 General conceptual framework

The conceptual framework of the monitoring system presented in this report has two main areas. The first is the monitoring of bio-based material flows. The second is the monitoring of the bioeconomy at the sectoral level. While the monitoring of the material flows provides information associated with primary production, manufacturing, consumption and disposal of bio-based resources, sector-level monitoring puts the bioeconomy in with the context of the economy as a whole. The assessment of sustainability effects is an integral part of both monitoring areas. Figure 2.1 gives an overview of the consecutive steps: i) definition of the bioeconomy and monitoring objectives, ii) data collection; iii) quantification of material flows and sectoral parameters; and iv) assessment of sustainability effects. The procedure is repeated with each new monitoring cycle.



Photos © Tania Runge; Matthias Rütze; iStock/wrangel

Figure 2.1: Conceptual framework for monitoring the sustainability of the bioeconomy.

Source: Iost, S., Geng, N., Schweinle, J., Banse, M., Brüning, S., Jochem, D., Machmüller, A. & Weimar, H. 2020. Setting up a bioeconomy monitoring: Resource base and sustainability. Thünen Working Paper 149. Hamburg (Germany), Thünen Institute. <https://www.gjae-online.de/articles/german-bioeconomy-economic-importance-and-concept-of-measurement/>

2.2 Material flow

The material flow approach quantifies the material inputs and outputs of any value chain or even a national economy. This approach describes the material flow from harvest to final use, including all stages of processing, manufacturing and recycling. Each step is considered a process and may constitute industrial transformation, manufacturing, end use, disposal or recycling. End use may include food products, materials and/or energy use. For this approach, the methodology developed by (Schweinle *et al.*, 2020) was applied, which includes the selection of core products that represent the main flows as functional units. Generally, the core product is the one that is produced using the largest proportion of the bio-based biomass, i.e. it represents the flux in terms of quantity. Because many of the sustainability effects are related to biomass, selecting a main product also covers a large proportion of the sustainability effects (Schweinle *et al.*, 2020). Also, the selection of main products allows comparing the sustainability effects of bio-products with other bio-products or their substitutes. As a result, the approach provides information to, for example, improve the process sustainability of a material flow or policies that foster the development of a sustainable bioeconomy.

As a starting point and to reduce complexity, Thünen Institute elaborated qualitative biomass flows of major agricultural commodities including soybeans, rice, livestock, forestry (coniferous and non-coniferous) and fisheries. Subsequently, the following products were selected as core products for the Material flow analysis (MFA): *Eucalyptus* pulp (forestry), beef (livestock), soybeans (crops), milk powder (dairy products) and fisheries. In Sankey diagrams, flows are shown in proportion to their quantity. The thickness of the arrow reflects the amount of mass, i.e. a flow with twice the mass is represented by an arrow twice as wide.

2.3 Functional unit, system boundaries and cutoff criteria

Five products were selected among agriculture (soybeans, meat, dairy products), forestry (*Eucalyptus* pulpwood) and fisheries as the most relevant for Uruguay. The products were prioritized due to their economic importance for the country. Fishing was included as a representation of other sectors of the bioeconomy. Metric tonnes of soybean grain, beef, wood pulp in roundwood equivalent and tonnes of fish produced, used/consumed, recycled and disposed were selected as the functional unit. The base year for the material flow analysis is 2020, but might vary depending on data availability. The system boundaries cover production and processing, use, reuse and disposal of the main product. The assessment considered sustainability effects associated with material inputs into the system (e.g. fertilizers, pesticides, water), as well as waste and recycling streams. Sustainability effects associated with services, auxiliary materials and means of production required to manufacture a main product are generally excluded from the assessment. Geographically, the system boundaries cover both national level (Uruguay, imports of raw materials and products involved in the different levels of processing) as well as exports of the commodity. Distribution and use of the products outside Uruguay are excluded. The following chapters present the biomass flows in more detail and the indicators that quantify the sustainability effects.

2.4 Sustainability effects

The material flow of the core product is the basis for sustainability assessment (Iost *et al.*, 2020). We use the methodological approach proposed by (Schweinle *et al.*, 2020), based on a combination of Material Flow Analysis and Life Cycle Analysis that tracks bio-products and uses indicators representing the three dimensions of sustainability (economic, social and environmental) (Figure 2.2). This approach provides information on the total amount of biomaterials produced, used and recycled, as well as the associated sustainability effects. For the pre-selection of sustainability indicators, Uruguay's international commitments on climate change, the Sustainable Development Goals (SDGs), the *Aspirational Principles and Criteria for a Sustainable Bioeconomy* (FAO, 2021), the *Guidance note on monitoring the sustainability of the bioeconomy at a country or macro-regional level* (Bogdanski *et al.*, 2021) that complements the indicators compilation (Bracco *et al.*, 2019), the Uruguayan Sustainable Bioeconomy Strategy (pending approval) and other relevant national plans, frameworks and strategies were considered. These included the National Environmental Plan for Sustainable Development, the National Climate Change Adaptation Plan for the Agricultural Sector, the National Development Strategy Uruguay 2050, among others. For the selection of indicators, a bottom-up and top-down participatory scientific approach was followed through the collaboration of stakeholders and specialists, as described in the logical framework for a LOFASA sustainability assessment (Meier, 2014; Schweinle *et al.*, 2020). That is, the workflow includes a combination of material flow analysis, life cycle assessment and logical framework for sustainability assessment (LOFASA) (Figure 2.3). The indicators should adequately address the sustainability effects and assess the possible cause(s) on the quantified effects. At the same time, they should be checked for redundancy, adequacy, efficiency and detail (Schweinle *et al.*, 2020).

In this context, for the selection of indicators a workshop with stakeholders and specialists was conducted followed by a second round of consultations with different specialists. The indicators represent different dimensions of sustainability (ecological, economic, social, and in some cases also governance) (Egenolf and Bringezu, 2019). In order to identify the indicator's contribution to the Sustainable Development Goals (SDGs) a link between the analysed indicators and the SDGs was established. The quantification of the indicators includes the period 2016-2020, which may vary according to the availability of information.

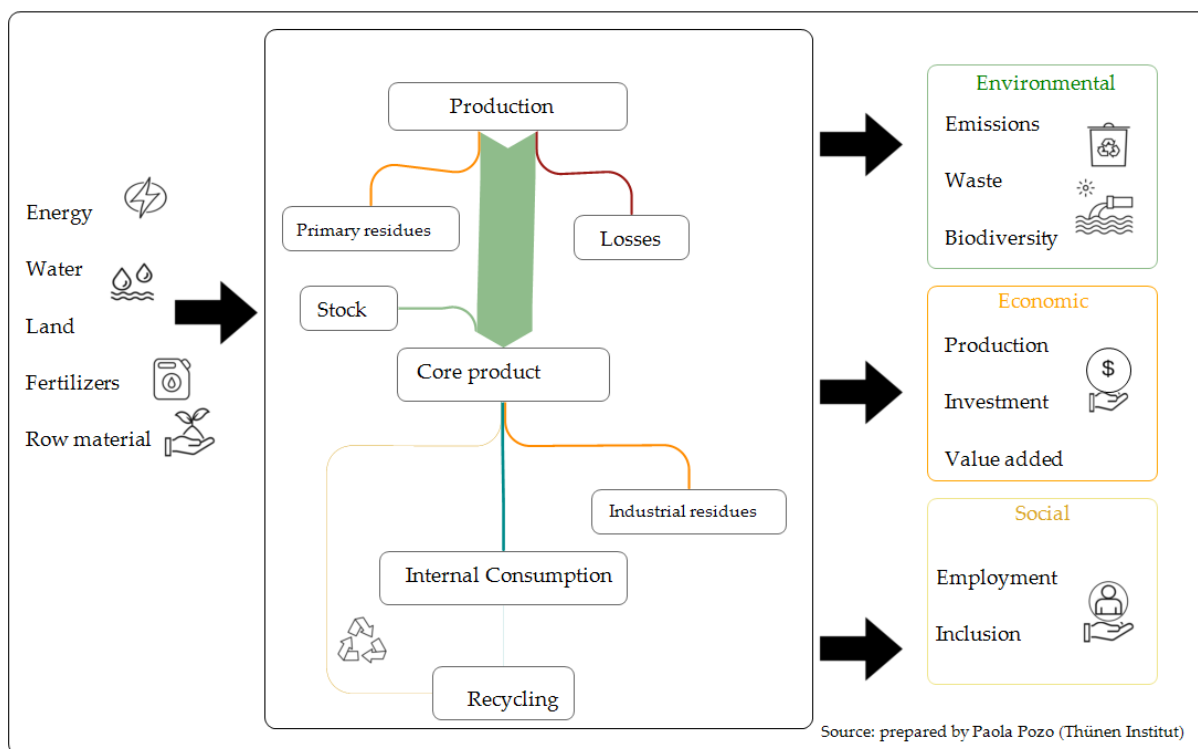


Figure 2.2: Schematic representation of the material flow approach and sustainability assessment.
Source: prepared by the author P. Pozo (Thünen Institute).

Since official statistics are collected on a regular basis and with standardized methods, they are preferred for analysis to ensure long-term monitoring. However, unofficial statistics are a tool to complement the analysis, especially in cases where obtaining additional data would involve too much cost and time. Indicators should ideally be measured at each stage of the flow to determine the contribution of each stage to the selected sustainability effects. However, if information is not available, the approach allows quantifying some stages or the entire flow and its main output.

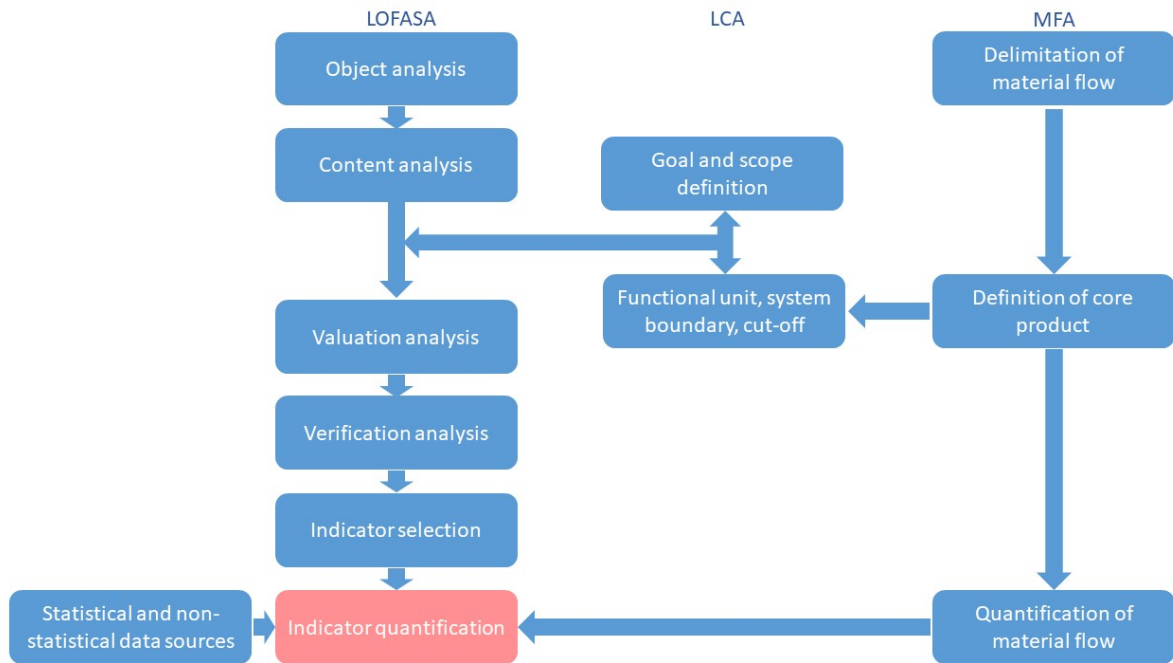


Figure 2.3: Schematic representation of the material flow-based sustainability assessment workflow.

Source: **Schweinle, J., Geng, N., Iost, S., Weimar, H. & Jochem, D.** 2020. Monitoring sustainability effects of the Bioeconomy: a material Flow based approach using the example of softwood lumber and its core product Epal 1 Pallet. *Sustainability*, 12(6) : 2444. <https://doi.org/10.3390/su12062444>

3 Resultados del monitoreo de flujo material para soja en Uruguay

3.1 Análisis de flujo de material

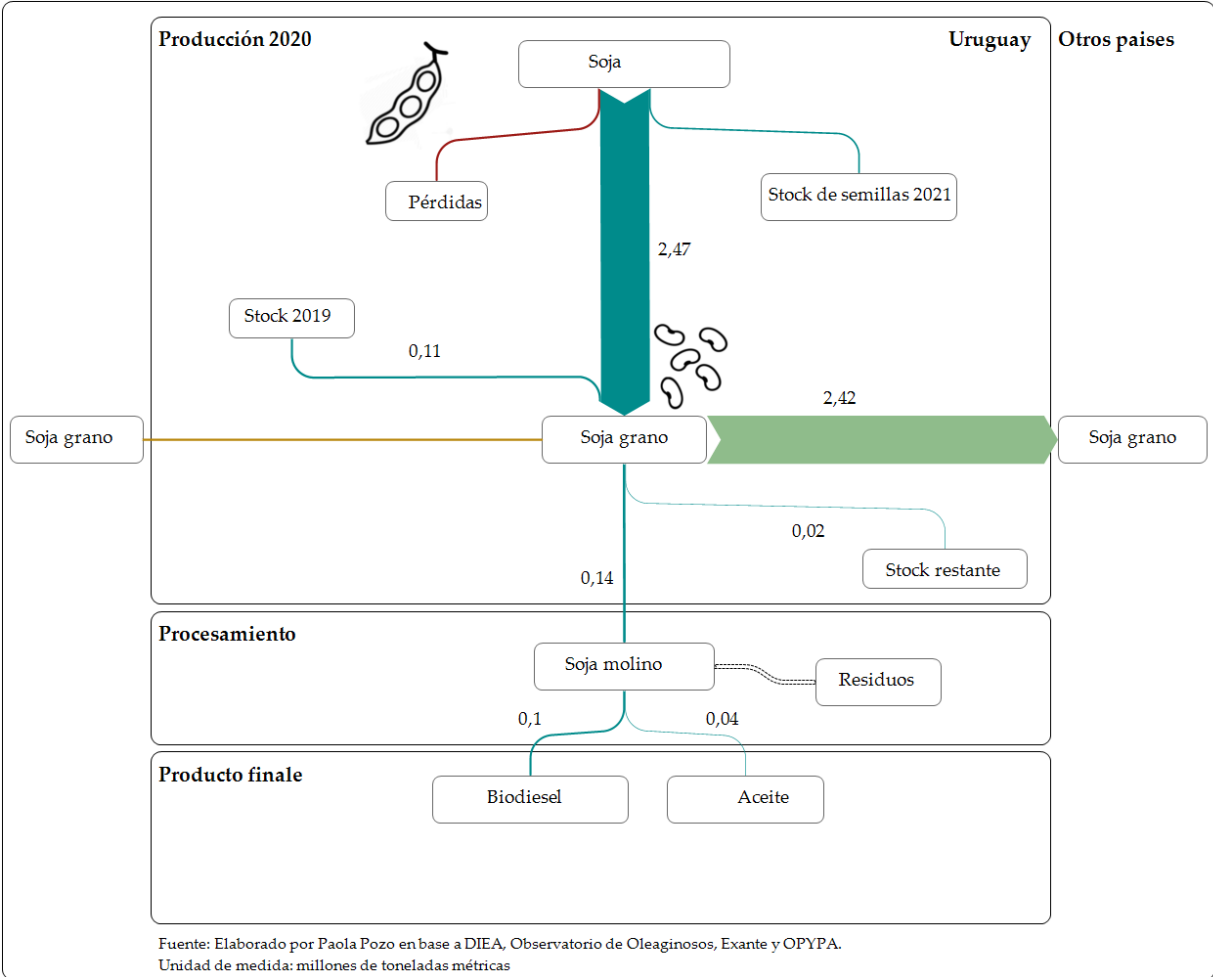


Figura 3.1: Flujo de biomasa de la soja en toneladas métricas (t) de grano para 2020.

Fuente: elaborado por la autora P. Pozo (Instituto Thünen).

Los límites del sistema cubren el flujo de biomasa del producto principal (grano de soja) a nivel nacional. Por lo tanto, no se incluyen los productos y subproductos de la etapa industrial. Se integran las importaciones de materia prima (por ejemplo, grano de soja) y las exportaciones de grano de soja. La unidad funcional son las toneladas métricas.

La cadena de la soja está compuesta por una fase agrícola que produce el grano y una fase industrial que produce aceite, biodiésel y subproductos (Figura 3.1). El flujo de biomasa

comienza con la producción. En 2020 la producción estimada alcanzó entre 1,99-2,5 millones de toneladas métricas. El porcentaje de pérdida de grano fue 4,1 % debido a las condiciones climáticas, específicamente, a la disminución de las lluvias (Observatorio de Oleaginosos, 2020). En la fase de acopio, menos de 25 % de la producción requirió secado y alrededor de 29 % requirió limpieza de malezas (Observatorio de Oleaginosos, 2020). Alrededor de 140 000 toneladas métricas se destinan a la industria, concentrada en dos compañías. Una de las cuales tiene la única planta de molienda de granos a gran escala del país y se dedica al procesamiento de granos de soja y a la producción de aceites comestibles y subproductos, mientras que la segunda se dedica a la producción de biodiésel y subproductos. Del total destinado a industria, alrededor del 71 % (100 000 toneladas métricas) se utilizó para producir biodiésel y el 29 % para producir aceite comestible (40 000 toneladas métricas) en 2020.

Uruguay es un exportador neto de grano de soja, las exportaciones totales en 2020 fueron 2,42 millones de toneladas. Alrededor del 90 % del grano se exporta a tres países: China (69 %), seguido de Egipto (16 %) y Turquía (6 %). Si bien este estudio se focaliza en el análisis del grano de soja como producto principal, es importante mencionar que existen oportunidades para una mayor industrialización del grano de soja que permita reducir el flujo de importaciones tanto de harina como de aceite y aumentar el valor agregado nacional. Además, hay potencial para generar nuevos bioproductos químicos y farmacéuticos, bioenergía y bioplásticos (OPP-MGAP-MIEM-PACC-BID-MTO, 2013; Borges *et al.*, 2021).

3.2 Evaluación de los efectos de sostenibilidad

La soja es uno de los principales impulsores de la expansión agrícola y del cambio de uso del suelo en las últimas dos décadas (Brazeiro *et al.*, 2020). Actualmente, es el cultivo que tiene mayor importancia económica ocupando 90 % del área de cultivos de verano y más de la mitad del área agrícola del país (DIEA, 2020; DIEA, 2021). La siembra se concentra en el Litoral (Norte y Sur) que en 2020 comprendió el 70 % de la superficie total sembrada (Observatorio de Oleaginosos, 2021). Fue el tercer producto exportado más importante del 2020, representando 9 % del total de las exportaciones en valor de bienes (Uruguay XXI, 2021).

La mayor parte de la producción se basa en semillas genéticamente modificadas de patentes privadas. Para promover el buen uso de los suelos, se implementó la aplicación del artículo 5 al decreto 405/2008 que exige a los productores la presentación de un Plan de Uso y Manejo Responsable del Suelo, donde se deberá establecer el sistema de producción proyectado, considerando los cultivos y las prácticas de manejo, para evitar la pérdida de materia orgánica. La siembra directa es una práctica agrícola muy extendida en Uruguay. Por otro lado, el cultivo de soja utiliza diferentes agroquímicos, incluyendo fertilizantes (principalmente P y K) y fitosanitarios. En ese contexto, la Gestión y Monitoreo de aplicaciones de Agroquímicos (GMA) es una herramienta que permite monitorear el uso de agroquímicos en los cultivos e identificar posibles conflictos con centros urbanos, pueblos o escuelas rurales.

En cuanto a certificación, existen esquemas de certificación de producción responsable de soja de la RTRS (Round Table on Responsible Soy Association) por LSQA (GIT-BS, 2020). Según (GIT-BS, 2020) existen oportunidades para mejorar algunos aspectos de la sostenibilidad en la producción de soja, incluyendo el uso racional de agroquímicos, el cuidado del suelo y de los recursos hídricos, el almacenamiento y manejo responsable de los envases de agroquímicos y la salud ocupacional, entre otros.

Se cuantificaron indicadores en las tres dimensiones de sostenibilidad, los cuales están vinculados a los ODS. El conjunto de indicadores se seleccionó sobre la base del taller de múltiples partes interesadas, seguido de consultas a expertos. La cuantificación se realizó de acuerdo a la información existente. Los indicadores cuantificados se detallan en el Cuadro 3.1. Para mayor información sobre la metodología consultar el capítulo 2.

| Dimensión | Indicador | Unidad | Frecuencia | Vínculo con ODS | Fuente de datos |
|----------------|---------------------|--|------------|-----------------|--|
| Socioeconómico | Valor agregado | US\$/t | Anual | 8, 9 | Observatorio de Oleaginosos, Exante y DIEA |
| | Empleo | Número de personas empleadas/t soja | Anual | 8, 9 | BCU Observatorio de Oleaginosos, Exante y DIEA |
| Ambiental | Uso del suelo | ha/t soja | Anual | 15 | ECH-INE DIEA |
| | GWP ₁₀₀ | Gg CO ₂ eq/t soja | Anual | 9, 13 | Ackermann <i>et al.</i> , 2022, OPYPA, DIEA |
| | Uso de Agroquímicos | Fertilizante: nutriente equivalente (t)/t soja Pesticida: ingrediente activo (t)/t soja | Anual | 12, 15 | CAE-Agro y DIEA Observatorio de Oleaginosos, Exante |

Cuadro 3.1: Indicadores socioeconómicos y medioambientales cuantificados para la soja.

3.2.1 Indicadores socioeconómicos

Valor agregado

El valor agregado generado varió a lo largo del periodo considerado (2017-2020) disminuyendo 35 % en 2020 respecto al año anterior (Figura 3.2, izquierda). En 2020 el valor registrado asciende a 538 millones de dólares, generado mayormente en la fase de hacienda. Las estimaciones corresponden a los cultivos oleaginosos en su conjunto, sin embargo, considerando que la superficie plantada de colza durante el periodo considerado fue de 26-73 000 ha (2-6 % de la superficie oleaginosa) y el girasol tuvo una superficie prácticamente nula, la cuantificación representa principalmente a la soja.

Empleo

Se cuantificó como el número total de personas empleadas y fue relativamente constante en los últimos años (2017-2020) aumentando 2 % en 2020 respecto al año anterior (Figura 3.3, derecha). En 2020 el valor total estimado alcanzó 12 207, generado mayormente en la fase de hacienda. Las estimaciones corresponden a los cultivos oleaginosos en su conjunto. Sin embargo, considerando el papel de la soja dentro de los cultivos oleaginosos, la cuantificación representa principalmente a la soja.

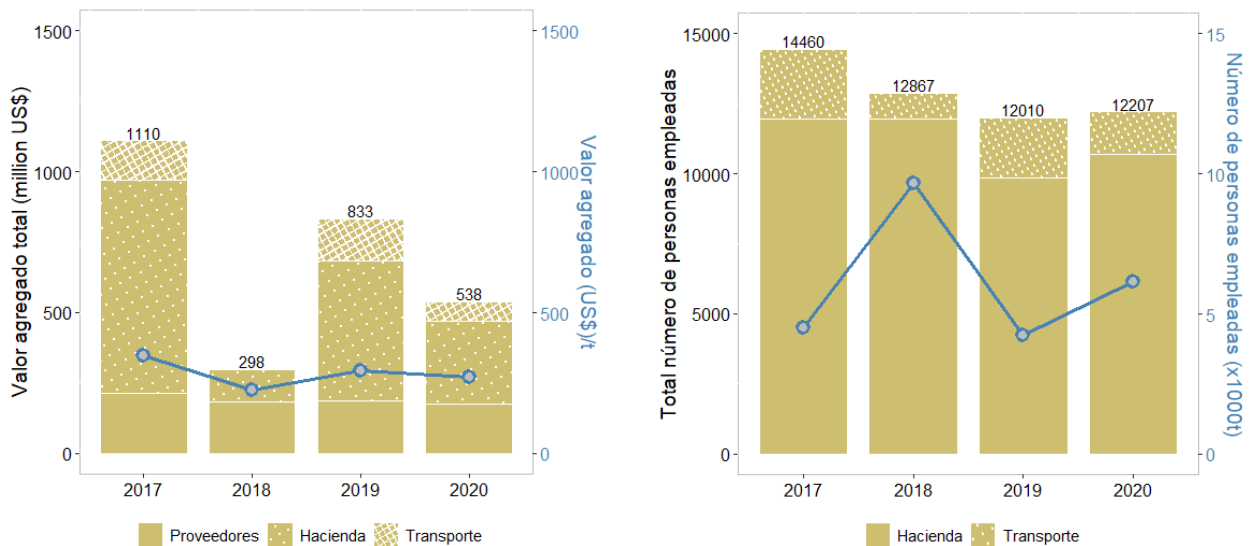


Figura 3.2: Valor agregado total generado y valor agregado por tonelada (izquierda). Empleo generado total y por tonelada (derecha).

Fuente: elaborado por la autora P. Pozo (Instituto Thünen).

3.2.2 Indicadores ambientales

Uso del suelo

La superficie destinada a la plantación de soja fue muy variable a lo largo del periodo considerado (2017-2020). En 2020 redujo 5 % con respecto al año anterior. La mayor parte de la plantación pertenece a la soja de primera (Figura 3.3, izquierda).

Emisiones de gases de efecto invernadero

El Potencial de Calentamiento Global (GWP)₁₀₀ se redujo en el periodo considerado (2017-2020), alcanzando 79,5 Gg CO₂e en 2020 (Figura 3.3, derecha), 16 % menos en comparación con el año anterior. Los cálculos incluyen emisiones por fertilización y descomposición de residuos de cultivo.

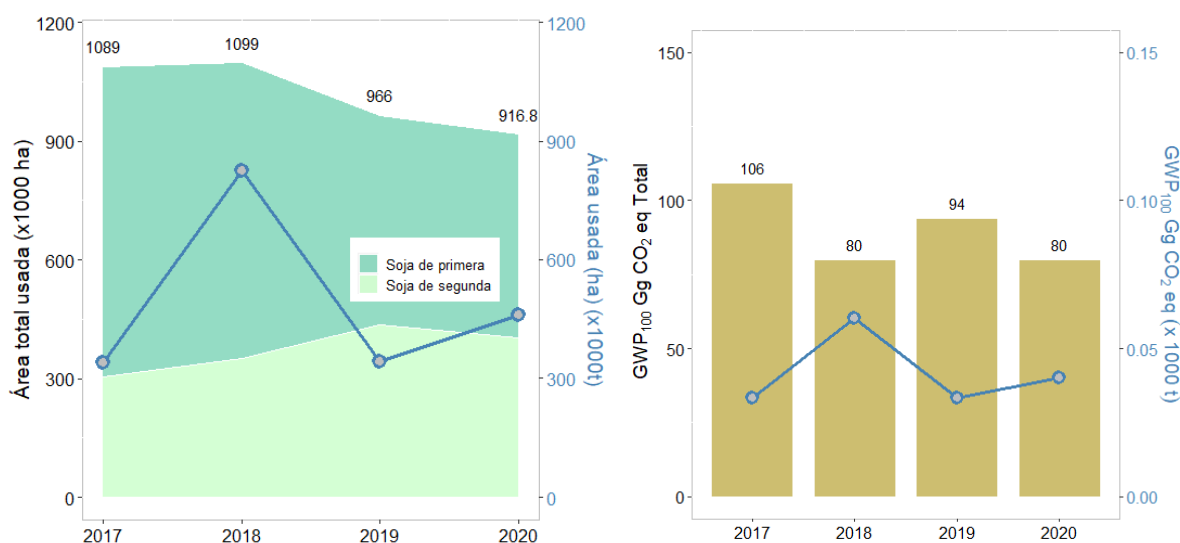


Figura 3.3: Área de uso del suelo (izquierda) y potencial de calentamiento global (derecha).

Fuente: elaborado por la autora P.Pozo (Instituto Thünen).

Agroquímicos sintéticos

El uso de fertilizantes sintéticos se redujo durante el periodo considerado (2016-2018), alcanzando 12 % menos en 2018 respecto a 2017 mientras que el uso de pesticidas se mantuvo relativamente constante aumentando 0,9 % en 2018 respecto a 2017.

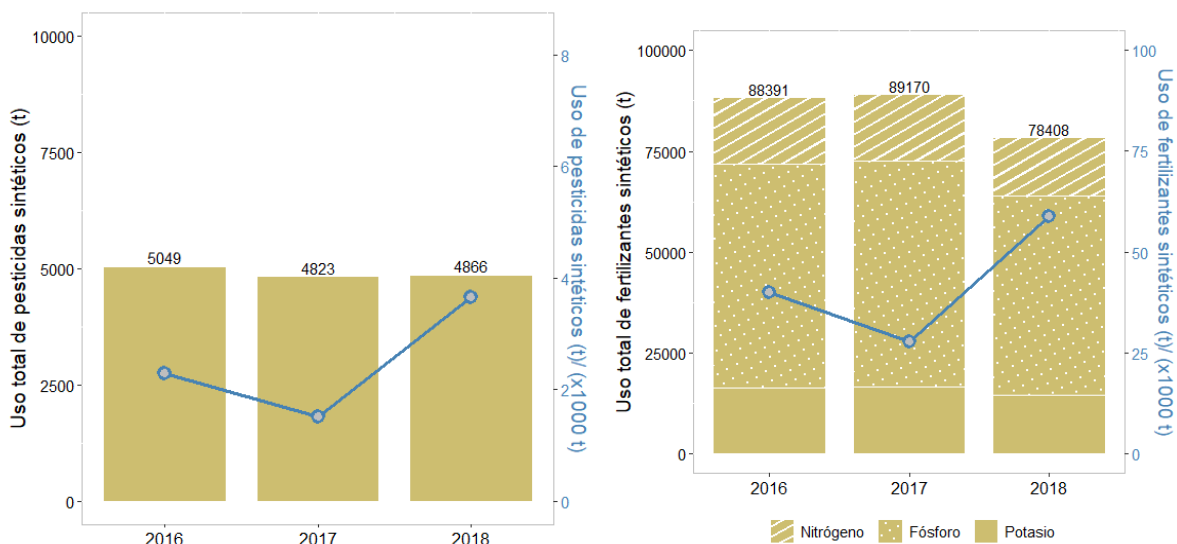


Figura 3.4: Uso de agroquímicos sintéticos incluyendo fertilizantes (nitrógeno, fósforo, potasio) y pesticidas. Los fertilizantes se expresan en toneladas de equivalente de nutrientes y los pesticidas en toneladas de ingrediente activo.

Fuente: elaborado por la autora P. Pozo (Instituto Thünen).

3.3 Fuentes de datos

Los datos utilizados para el flujo material y efectos de sostenibilidad fueron recolectados principalmente del boletín estadístico de DIEA, Observatorio de Oleaginosos del Uruguay, Exante, CAE-Agro y la literatura relevante citada. Adicionalmente se agradece las sugerencias de diferentes especialistas consultados incluyendo: Susanne Iost (Instituto Thünen), Pablo Couto (DIEA-MGAP), Florencia Carriquiry (Exante), Esteban Hoffman, Sebastian Mazzini (FAGRO-Udelar), Natalia Román, Catalina Rava, Maria Noel Ackermann y Nicolás Costa (OPYPA- MGAP), Carolina Balestra (MTO), Magdalena Borges (MA), Laura Lacuague (MIEM).

3.4 Limitaciones y vacíos de información

Una de las principales limitaciones fue la variabilidad de las estimaciones entre las diferentes fuentes, especialmente en a las de producción y superficie plantada. Las estimaciones de la producción varían del total de las exportaciones, y es necesario realizar ajustes en los cálculos de superficie plantada. También se encontraron vacíos de información en el consumo de soja en la fase industrial. Los indicadores se cuantificaron en base a la disponibilidad de datos, encontrándose limitaciones en desagregación de datos a nivel de producto (grano de soja) y de series temporales. Por ejemplo, los indicadores medioambientales no están disponibles para todos los años y los datos de empleo y valor agregado están agregados para los cultivos oleaginosos (colza, girasol y soja). Sin embargo, teniendo en cuenta el rol de la soja en la agricultura y específicamente dentro de los cultivos de oleaginosos, los indicadores cuantificados representan principalmente la soja.

3 Results of monitoring material flow of soybean in Uruguay

3.1 Material flow analysis

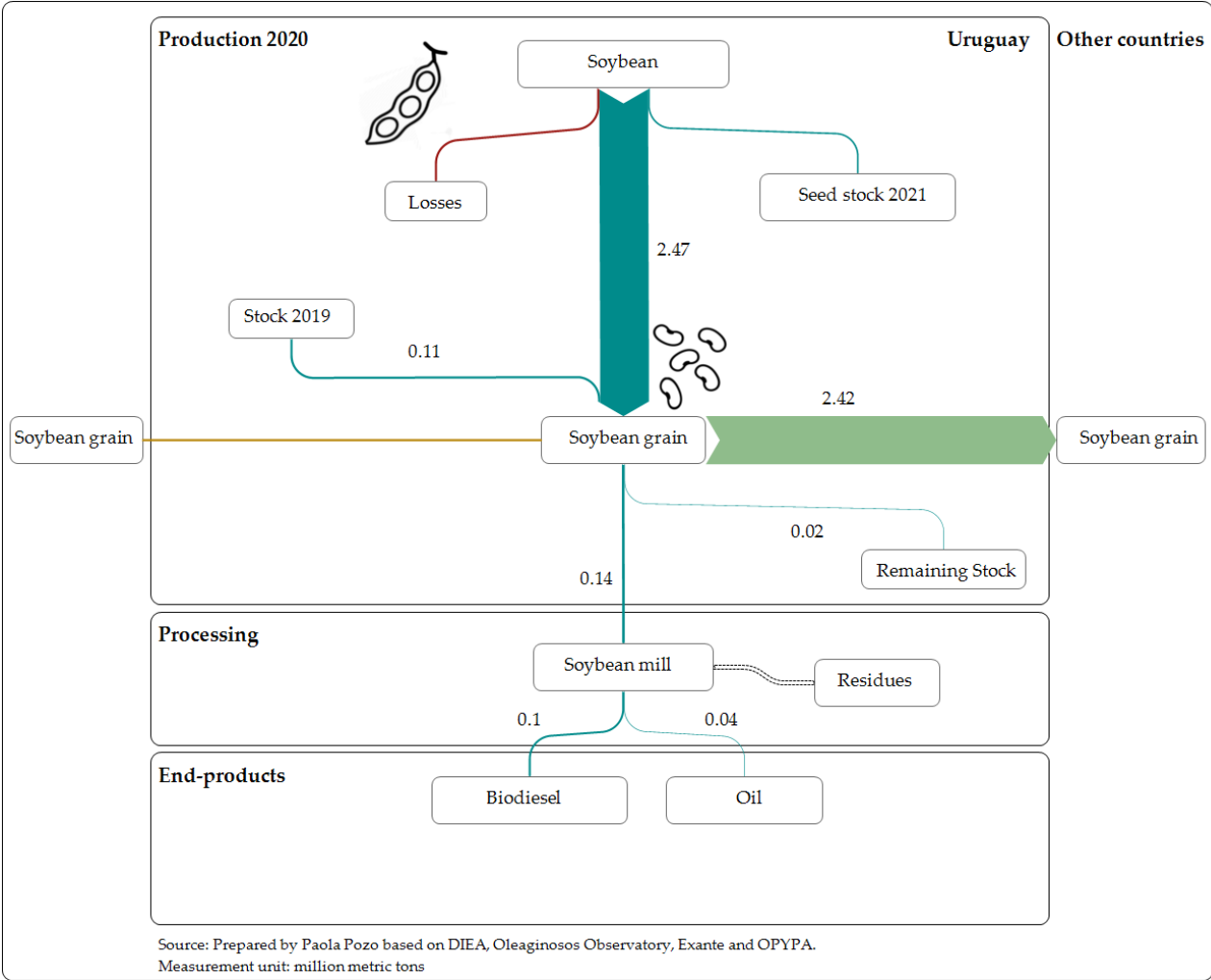


Figure 3.1: Soybean biomass flow in metric tonnes (t) of grain for 2020.

Source: prepared by the author P. Pozo (Thünen Institute).

The system boundaries cover the biomass flow of the core product (soybean grain) at the national level. Therefore, the quantification of by-products of the industrial stage is not included. Imports of raw material (e.g. soybean grain) and exports of soybean grain are integrated. The functional unit is metric tonnes.

The soybean chain is composed of an agricultural phase that produces grain and an industrial phase that produces oil, biodiesel and by-products (Figure 3.1). The biomass flow begins with

production. In 2020, estimated production reached between 1.99-2.5 million metric tonnes. The percentage of grain loss due to weather conditions was 4.1 percent, specifically, by the decrease in rainfall (Observatorio de Oleaginosos, 2020). At the bulking stage, less than 25 percent of production required drying and about 29 percent required weeding (Observatorio de Oleaginosos, 2020). About 140 000 metric tonnes are destined for the industry, which is concentrated in two companies. One of which has the only large-scale grain milling plant in the country and is dedicated to processing soybeans and producing edible oils and by-products, while the second is dedicated to the production of biodiesel and by-products. Of the total destined to the industry, about 71 percent (100 000 metric tonnes) was used to produce biodiesel and 29 percent to produce edible oil (40 000 metric tonnes) in 2020.

Uruguay is a net exporter of soybean grain, total exports in 2020 were 2.42 million tonnes. About 90 percent of the grain is exported to three countries: China (69 percent), followed by Egypt (16 percent) and Turkey (6 percent). Although this study focuses on the analysis of soybeans as the main product, it is important to mention that there are opportunities for further industrialization of soybeans to reduce the flow of imports of both soy meal and oil and increase domestic value added. In addition, there is potential to generate new chemical and pharmaceutical bioproducts, bioenergy and bio-based plastics (OPP-MGAP-MIEM-PACC-BID-MTO, 2013; Borges *et al.*, 2021).

3.2 Assessment of sustainability effects

Soybean is one of the main drivers of agricultural expansion and land use change in the last two decades (Brazeiro *et al.*, 2020). Currently, it is the most economically important crop, occupying 90 percent of the summer crop area and more than half of the country's agricultural area (DIEA, 2020; DIEA, 2021). Sowing is concentrated in the Litoral (North and South), which in 2020 comprised 70 percent of the total planted area (Observatorio de Oleaginosos, 2021). It was the third-most important exported product in 2020, representing 9 percent of total exports in value of goods (Uruguay XXI, 2021). Most of the production is based on genetically modified seeds from private patents. To promote the good use of soils, according to the Article 5 of Decree 405/2008, producers are required to submit a Responsible Soil Use and Management Plan, which must establish the projected production system, considering crops and management practices to avoid the loss of organic matter. No-till farming is a widespread agricultural practice in Uruguay. On the other hand, soybean cultivation uses different agrochemicals, including fertilizers – mainly phosphorous (P) and potassium (K) – and phytosanitary products. In this context, the Management and Monitoring of Agrochemical Applications (GMA) is a tool to monitor the use of agrochemicals on crops and identify possible conflicts with urban centres, towns or rural schools. In terms of certification, there are certification schemes for responsible soybean production from the RTRS (Round Table on Responsible Soy Association) by LSQA (GIT-BS, 2020). According (GIT-BS, 2020) there are opportunities to improve some aspects of sustainability in soybean production, including the

rational use of agrochemicals, responsible use of soil and water resources, management of agrochemical containers, and occupational health, among others.

Indicators were quantified in the three dimensions of sustainability, which are linked to the SDGs. The set of indicators was selected based on the multi-stakeholder workshop, followed by expert consultations. The quantification was done according to existing information. The quantified indicators are detailed in Table 3.1. For more information on the methodology see Chapter 2.

| Dimension | Indicator | Unit | Frequency | Link to SDGs | Source of data |
|---------------|----------------------|---|-----------|--------------|---|
| Socioeconomic | Value added | US\$/t | Annual | 8, 9 | Oilseeds Observatory, Exante and DIEA |
| | Employment | Number of people employed/t soybeans | Annual | 8, 9 | BCU Oilseeds Observatory, Exante and DIEA |
| Environmental | Land use | ha/t soybeans | Annual | 15 | ECH-INE DIEA |
| | GWP ₁₀₀ | Gg CO ₂ eq/t soybean | Annual | 9, 13 | Ackermann <i>et al.</i> , 2022, OPYPA, DIEA |
| | Use of Agrochemicals | Fertilizer: nutrient equivalent soybeans Pesticide: active ingredient soybeans | Annual | 12, 15 | CAE-Agro and DIEA Oilseeds Observatory, Exante |

Table 3.1: Quantified socioeconomic and environmental indicators for soybeans.

3.2.1 Socioeconomic indicators

Value added

The value added generated varied over the period considered (2017-2020) decreasing 35 percent in 2020 compared to the previous year (Figure 3.2, left). In 2020, the value recorded accounts for around USD 538 million, generated mostly at the farming stage. The estimates correspond to oilseed crops as a whole, however, considering that the area planted of rapeseed during the period considered was 26-73 000 ha (2-6 percent of the oilseed area) and sunflower had practically null area, the quantification represents mainly soybean.

Employment

Employment was quantified as the total number of people employed and was relatively constant in the period considered (2017-2020). It increased by 2 percent in 2020 over the previous year (Figure 3.3, right). In 2020 the total estimated value reached 12 207 persons employed – most of this employment was generated in the farming phase. The estimates correspond to oil crops as a whole. However, considering the role of soybeans within oil crops, the quantification represents mainly soybean.

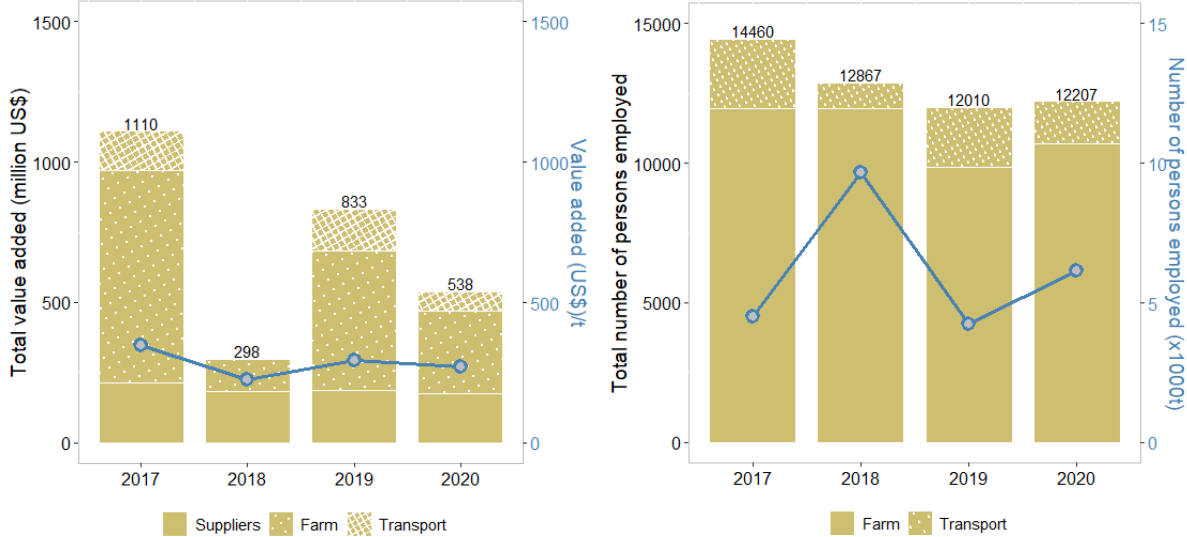


Figure 3.2: Total value added generated and value added per tonne (left). Total employment generated and employment per tonne (right).

Source: prepared by the author P.Pozo (Thünen Institute).

3.2.2 Environmental indicators

Land use

The area used for soybean sowing was highly variable throughout the period considered (2017-2020). In 2020 it decreased 5 percent with respect to the previous year. Most of it belongs to soybean type I (Figure 3.3, left).

Greenhouse gas emissions

The Global Warming Potential (GWP)₁₀₀ of the soy material flow decreased in the period considered (2017-2020), reaching 79.5 Gg CO₂e in 2020 (Figure 3.3, right). This was 16 percent lower compared to the previous year. Calculations include emissions from fertilization and decomposition of crop residues.

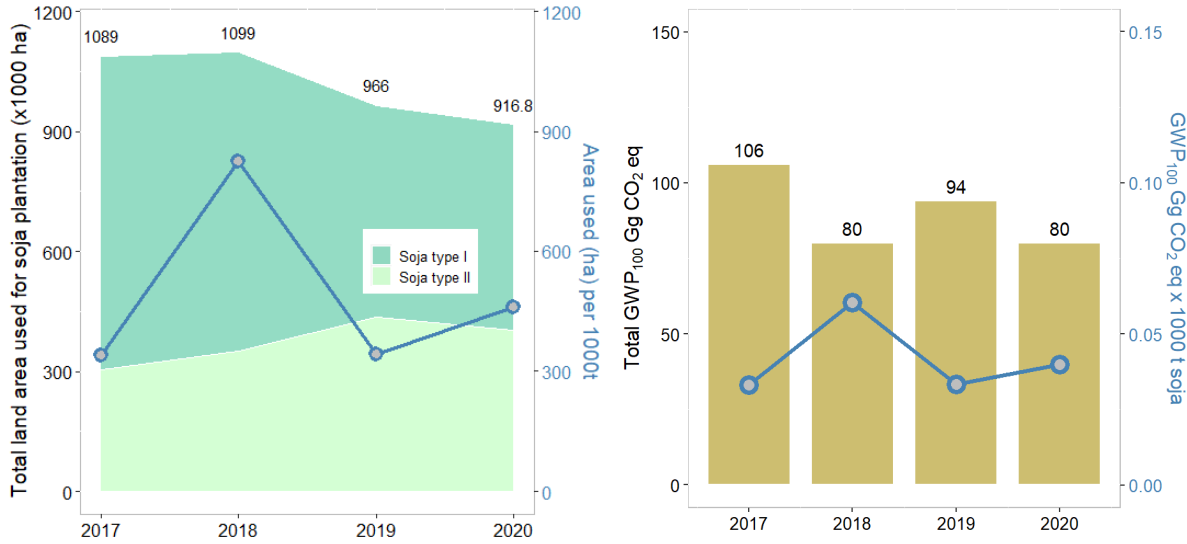


Figure 3.3: Land use area (left) and global warming potential (right).
 Source: prepared by the author P. Pozo (Thünen Institute).

Synthetic agrochemicals

The use of synthetic fertilizers decreased during the period considered (2016-2018). Compared to 2017 fertilizers use was down 12 percent on 2018. The use of pesticides remained relatively constant increasing 0.9 percent in 2018 compared to 2017.

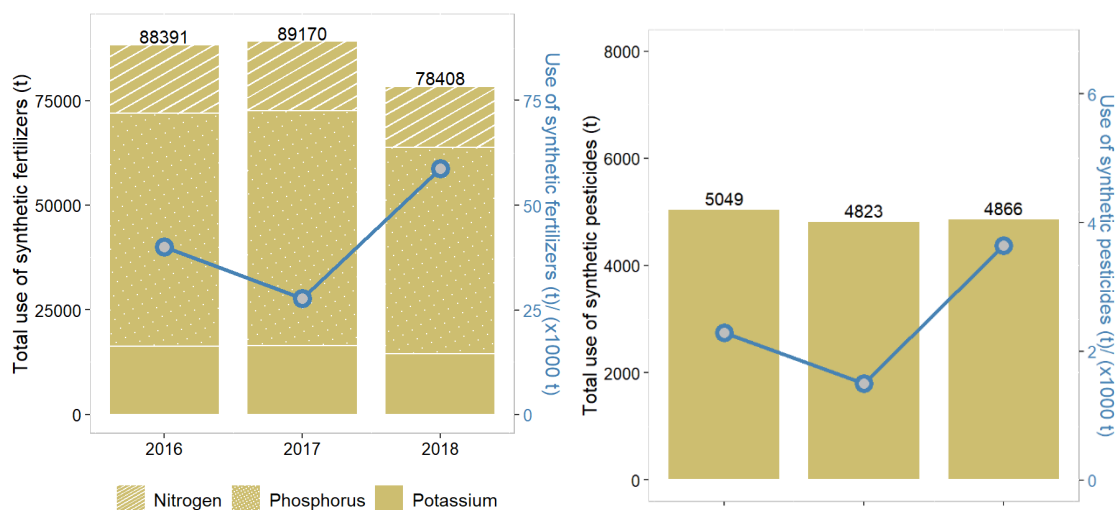


Figure 3.4: Use of synthetic agrochemicals including fertilizers (nitrogen, phosphorus, potassium) and pesticides.

Fertilizers are expressed in tonnes of nutrient equivalent and pesticides in tonnes of active ingredient.

Source: prepared by the author P. Pozo (Thünen Institute).

3.3 Data sources

The data used for the material flow and sustainability effects were collected mainly from DIEA statistical bulletin, Observatorio de Oleaginosos del Uruguay, Exante, CAE-Agro and the relevant literature cited. Additionally, the suggestions of different specialists consulted area appreciated including: Susanne Iost (Thünen Institute), Pablo Couto (DIEA-MGAP), Florencia Carriquiry (Exante), Esteban Hoffman, Sebastian Mazzini (FAGRO-Udelar), Natalia Román, Catalina Rava, Maria Noel Ackermann and Nicolás Costa (OPYPA- MGAP), Carolina Balestra (MTO), Magdalena Borges (MA), Laura Lacuague (MIEM).

3.4 Limitations and data gaps

For the material flow analysis, one of the main limitations was the variability of estimates among the different sources, especially for production and planted area. Production estimates vary from total exports. Information gaps were also found in soybean consumption at the industrial stage. Indicators were quantified based on data availability, with limitations found in terms of disaggregation of data at the product (soybean grain) and time series levels. For example, environmental indicators are not available for all years and employment and value-added data are aggregated for oil crops (rapeseed, sunflower and soybean). However, considering the role of soybeans in agriculture and specifically within oilseed crops, the quantified indicators represent mainly soybeans.

4 Resultados del monitoreo de flujo material para carne vacuna en Uruguay

4.1 Análisis de flujo de material

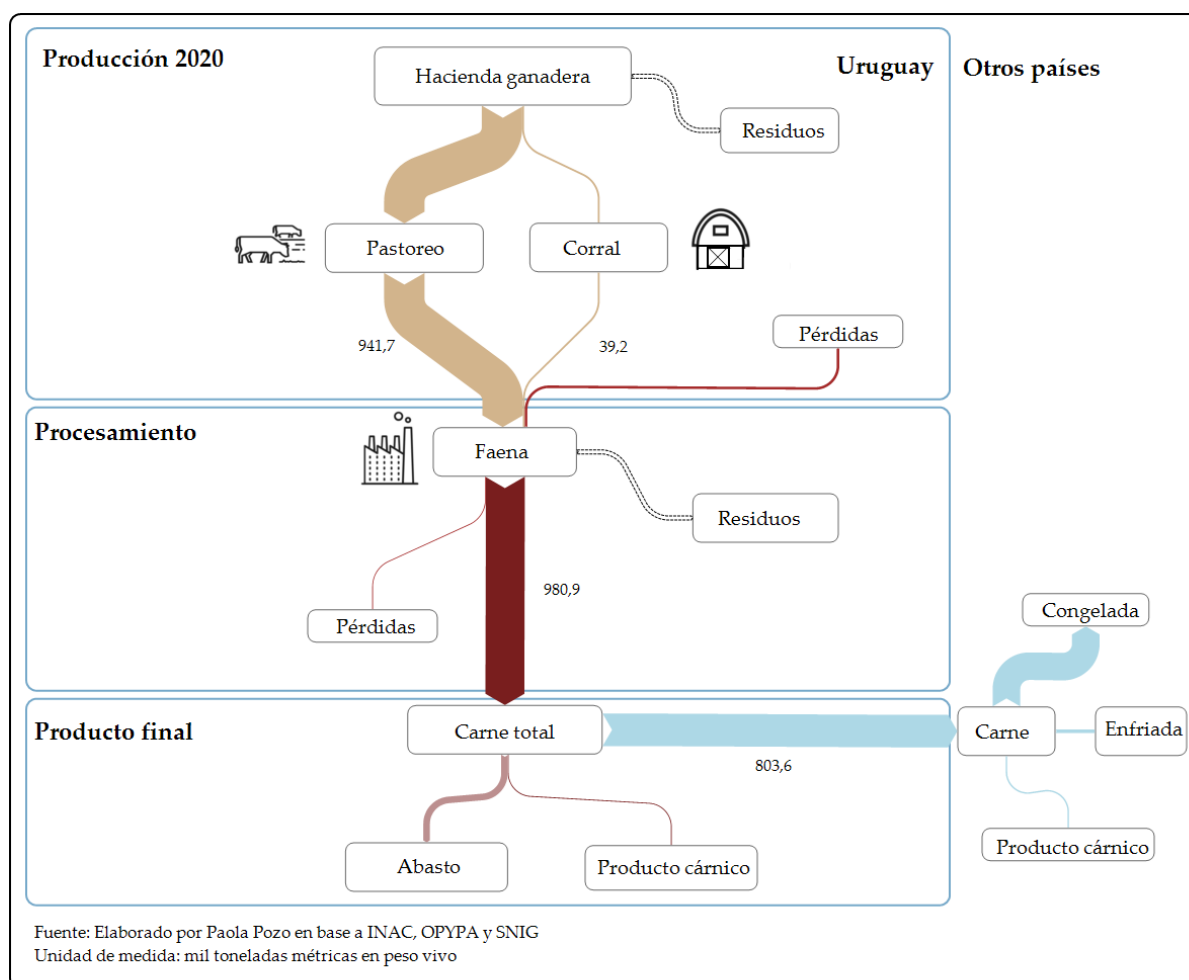


Figura 4.1: Flujo de biomasa de ganadería (carne vacuna) en toneladas métricas (t) para 2020.

Fuente: elaborado por la autora P. Pozo (Instituto Thünen).

Los límites del sistema abarcan el flujo de biomasa del producto principal (carne después de la faena) a nivel nacional. La unidad funcional es la tonelada métrica en peso vivo.

La producción de carne vacuna se lleva a cabo bajo tres sistemas diferentes i) sistemas de cría denominados vaca-cría; ii) de engorde y terminación (engorde) y iii) ambos (sistemas de ciclo completo) (Modernel *et al.*, 2013). Los sistemas de producción se han basado históricamente

en el pastoreo extensivo de pastizales naturales, pasturas sembradas y/o mejoradas. Sin embargo, recientemente se han incrementado los sistemas de engorde a corral (feedlots) (Modernel *et al.*, 2013; Becoña *et al.*, 2020). Dependiendo de la disponibilidad y la calidad del alimento, la etapa de terminación tarda entre 3 y 4 meses a corral y hasta 16 meses en pasturas naturales (FAO, 2017). Para el flujo de biomasa se diferenci3 la carne proveniente de pastoreo y corral (Figura 4.1).

La fase de procesamiento comienza con la faena que en 2020 alcanz3 alrededor de 2 millones de animales produciendo 980 859 toneladas en peso vivo (alrededor de 517 954 toneladas de peso en canal). De acuerdo a datos de INAC el peso inicial del animal (peso vivo) disminuye entre 5,5 % y 7 % antes del sacrificio. El producto final del sacrificio es la canal (canal caliente) dividida en dos mitades (dos medias canales). Durante el enfriamiento de la canal se produce una p3rdida, que generalmente corresponde al 2 % del peso.

El consumo interno incluye el suministro de carne en su estado original (90,4 %) y la carne procesada para la elaboraci3n de productos c3rnicos (9,6 %). En cuanto a las exportaciones, en 2020 se exportaron alrededor de 803 645 toneladas en peso vivo (424 329 toneladas de peso en canal). La mayor parte se exporta congelada (85 %), seguida de los embutidos (11 %) y los productos c3rnicos (4 %). Para el a3o 2020, se estima que el peso no c3rnico fue de 462 904 toneladas, el 8 % corresponde a despojos y el 46 % a otros residuos y subproductos (Figura 4.2). Los despojos corresponden a las partes comestibles que no integran la canal, incluyendo lengua, coraz3n, h3gado, tripas entre otros. Otros subproductos son el cuero, la cabeza y las extremidades, entre otros. Por otro lado, durante la faena se utiliza bastante agua en el procesamiento y por lo tanto se producen otros residuos incluyendo alrededor de 58 189 toneladas de lodos, 1 404 toneladas de s3lidos de aguas rojas (basado en INAC y Borges *et al.*, 2021). Uruguay comercializa residuos y subproductos incluyendo col3geno, alimentos para animales, harina de carne, huesos, sebo y grasa animal. Algunas otras empresas trabajan en la producci3n de biog3s a partir de diferentes residuos, incluyendo contenido ruminal, lodos y efluentes. Sin embargo, existe un uso potencial de los residuos que actualmente est3n subutilizados (Borges *et al.*, 2021). Como ejemplo, el cuero, que actualmente tiene dificultades debido a los costes de producci3n y a la reducci3n del precio, tiene potencial para producir col3geno (GIT-BS, 2020).

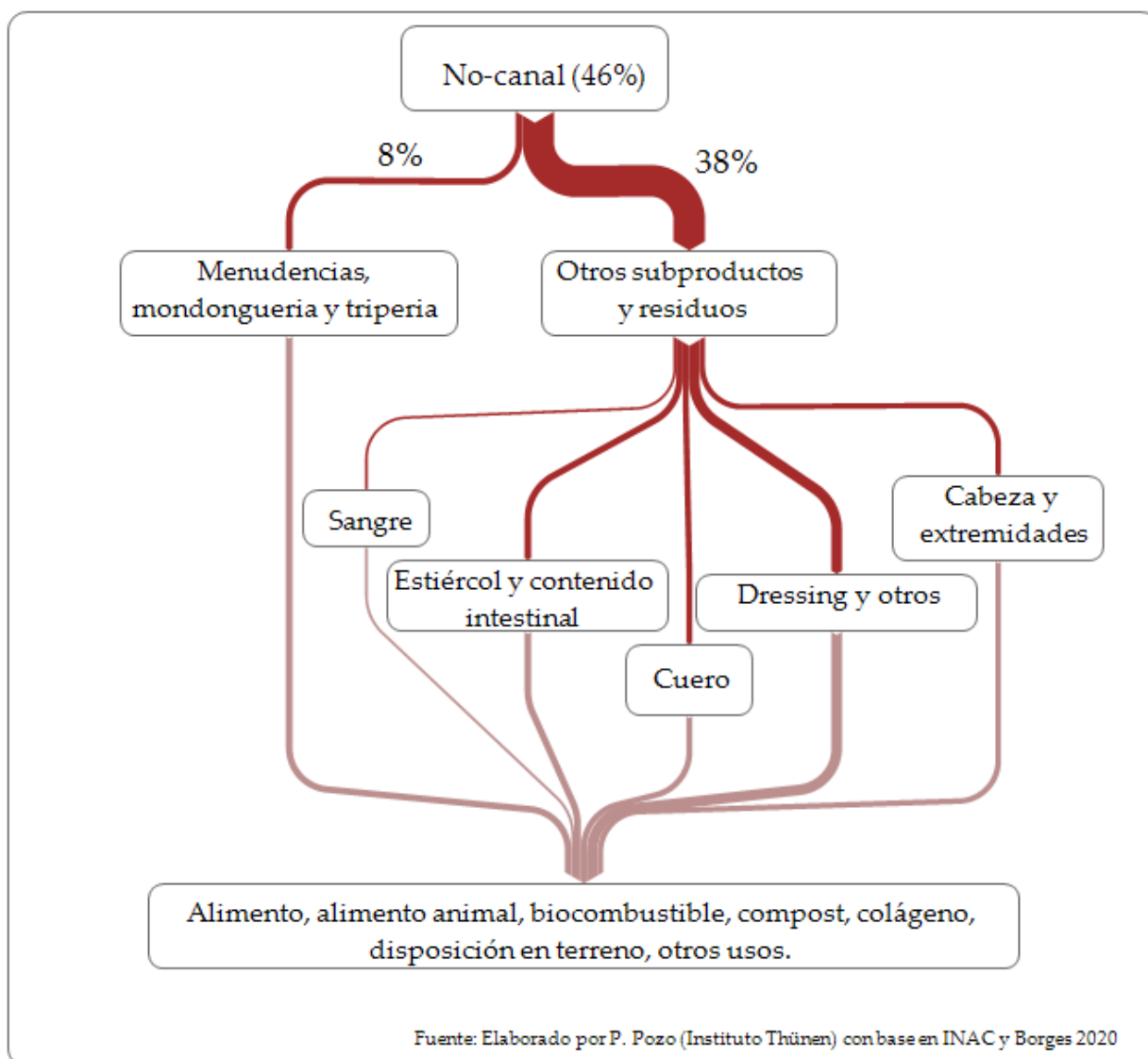


Figura 4.2: Residuos y subproductos del peso no-canal para 2020.

Fuente: elaborado por la autora P. Pozo (Instituto Thünen).

4.2 Evaluación de los efectos de sostenibilidad

La carne vacuna es históricamente el producto exportado más importante de Uruguay, representando 20 % del total de las exportaciones en 2020, destinado principalmente a China (Uruguay XXI, 2020) entre otros 45 países. Además, para ser un país de apenas 3,4 millones de habitantes, Uruguay suministra el 4 % de la carne vacuna del mercado mundial (Bervejillo, 2021). La ganadería de carne vacuna representa aproximadamente la mitad del PIB agrícola uruguayo, que a su vez representa el 8-9 % del PIB global. Además de la importancia económica, la carne vacuna tiene una importante huella medioambiental. Este sector genera casi el 62 % de las emisiones de GEI de Uruguay, el 55 % de estas emisiones de metano (CH₄),

el 45 % de óxido nitroso (N₂O) que lo convierte en el mayor contribuyente de GEI (INGEI, 2017; Becoña *et al.*, 2020). Por lo tanto, la reducción de la huella ambiental para la ganadería vacuna se ha convertido en una prioridad para Uruguay (Becoña *et al.*, 2020). En este sentido el gobierno de Uruguay ha conformado un equipo interinstitucional para calcular la huella ambiental de la ganadería incluyendo las emisiones de gases de efecto invernadero. Asimismo, en la última cumbre mundial del clima COP26, Uruguay se adhirió al “Compromiso Global del Metano” donde diferentes países se comprometen colectivamente a reducir las emisiones globales de metano en al menos 30 % desde los niveles de 2020 a 2030.

Por otro lado, el ganado vacuno se produce con cantidades mínimas de insumos externos, incluyendo un consumo muy bajo de energía procedente de combustibles fósiles y el uso de pesticidas artificiales (Becoña *et al.*, 2020; Modernel *et al.*, 2013 y 2018). La carne producida en pastura natural proporciona un amplio conjunto de servicios ecosistémicos. Los cuales incluyen el control de la erosión del suelo, el ciclo de los nutrientes, el secuestro de carbono, el almacenamiento y la filtración del agua, la conservación de los recursos genéticos y la biodiversidad, entre otros (GIT-BS, 2020).

La carne vacuna uruguaya es reconocida internacionalmente, en parte debido a su compromiso con ciertas normas. Por ejemplo, la alimentación mayoritariamente mediante pastoreo, altos estándares sanitarios y de seguridad alimentaria, incluyendo el uso cero de hormonas, y un sistema de trazabilidad obligatorio. El Sistema Nacional de Información Ganadera (SNIG) asegura la trazabilidad del ganado vacuno desde el establecimiento de origen. En este contexto, el desafío del sector de la carne vacuna es aumentar la productividad sin dejar de lado las características ambientales y sanitarias que hacen de la carne uruguaya un producto altamente valorado a nivel mundial (Kanter *et al.*, 2016). De acuerdo a los estudios (Ruggia *et al.*, 2021) la intensificación ecológica de las explotaciones ganaderas basadas en praderas nativas es capaz de mejorar las tres dimensiones de la sostenibilidad y aumentar la resiliencia y estabilidad de las explotaciones. En cuanto a certificación, la carne vacuna se certifica bajo diferentes esquemas, por ejemplo, la certificación de producción de carne orgánica por parte de Control Unión de Holanda. Otro ejemplo es el Programa de Certificación de carne natural de Uruguay (PCNCU), liderado por el INAC que busca certificar toda la producción de carne desde el campo hasta el etiquetado (GIT-BS, 2020). Asimismo, recientemente se logró el primer sello de carne Carbono Neutro, verificado por la certificadora internacional LSQA.

Se cuantificaron diferentes indicadores en las tres dimensiones de sostenibilidad, los cuales están vinculados a los ODS (Cuadro 4.1). El conjunto de indicadores se seleccionó sobre la base de un taller de múltiples partes interesadas, seguido de consultas a expertos. La cuantificación se realizó de acuerdo a la información disponible. La cuantificación incluye el valor de producción, empleo, la superficie bajo buenas prácticas de manejo y las emisiones de GEI. El

uso del suelo y el uso de productos agroquímicos también se representaron al ser consideradas como importantes y debido a información disponible.

| Dimensión | Indicador | Unidad | Frecuencia | Vínculo con SDG | Fuente de datos |
|----------------|--------------------------------------|--|------------------|-----------------|---|
| Socioeconómica | Valor de producción | de US\$/t carne peso vivo | Mensual Anual | 8, 9 | INAC BCU |
| | Empleo | Número de personas empleadas/t carne peso vivo | Anual | 8, 9 | Ackermann & Cortelezzi 2020, INAC y OPYPA. BCU |
| Ambiental | Área bajo buenas prácticas de manejo | ha | Caso de estudio | 15 | OPYPA |
| | GWP ₁₀₀ | Gg CO ₂ eq/t carne peso vivo | Anual | 9, 13 | Ackermann <i>et al.</i> , 2022, INAC, OPYPA |
| | Uso de suelo | ha/t carne peso vivo | Anual | 15 | DIEA, INAC, OPYPA |
| | Uso de agroquímicos | Fertilizante: nutriente equivalente (t)/t carne peso vivo Pesticida: ingrediente activo (t)/t carne peso vivo | Anual | 12, 15 | CAE-Agro, INAC OPYPA |

Cuadro 4.1: Indicadores socioeconómicos y medioambientales cuantificados para la carne vacuna.

4.2.1 Indicadores socioeconómicos

Valor de producción

El valor de la producción generada varió a lo largo del periodo considerado (2017-2020) disminuyendo 11 % en 2020 en comparación con el año anterior (Figura 4.3, izquierda). La mayor parte del valor de la producción se generó en la fase de hacienda.

Empleo

Se cuantificó como el número total de personas empleadas. Se mantuvo relativamente constante durante el periodo considerado (2017-2019), dominado por la fase de hacienda y disminuyendo 2,4 % en 2019 con respecto al año anterior (Figura 4.3, derecha).

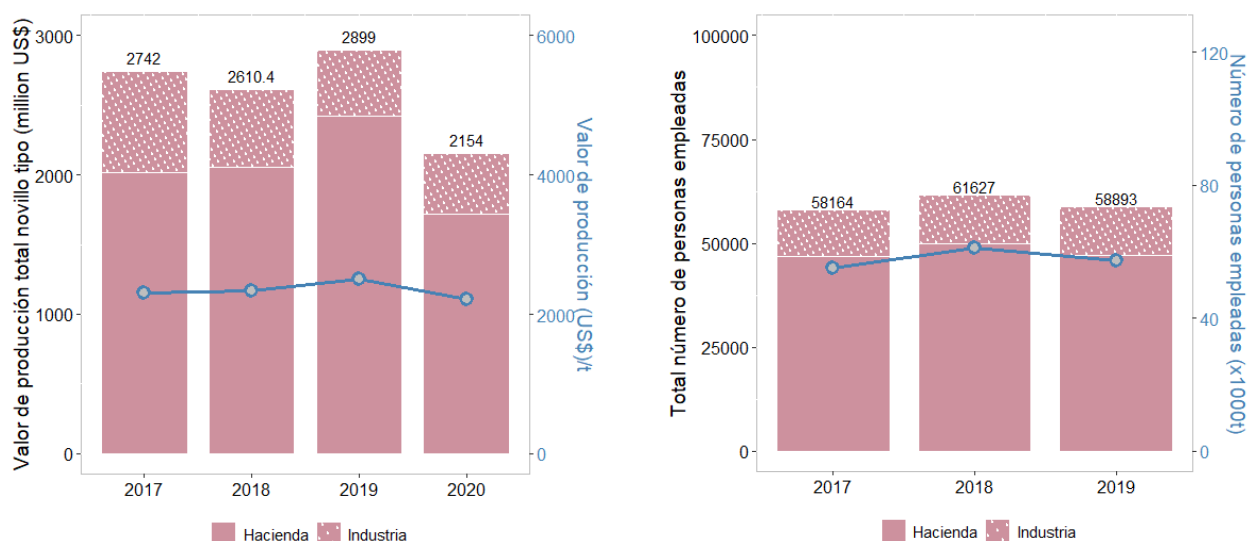


Figura 4.3: Valor total de la producción generada y valor de la producción por tonelada (izquierda). Número total de personas empleadas y número de personas empleadas por tonelada (derecha).

Fuente: elaborado por la autora P.Pozo (Instituto Thünen).

4.2.2 Indicadores ambientales

Prácticas de manejo

Este indicador cuantifica el número de hectáreas de campo natural manejadas con prácticas que conducen a la consecución de los objetivos de reducción de GEI y evitan la pérdida de carbono del suelo en el campo natural. Dichas prácticas incluyen estrategias proactivas para acoplar los requerimientos de los animales y la producción de forraje, tales como la edad de la primera monta, el diagnóstico de preñez, la fecha de destete, la estimación cuantitativa de la disponibilidad de forraje, entre otros (Jones *et al.*, 2020). En 2020 se estimó que el 2,7 % de los productores manejaron 652 455 ha bajo buenas prácticas de manejo (Figura 4.4, derecha). Este indicador y su relación con la unidad funcional se encuentra en construcción.

Emisiones GEI

Se cuantifico mediante el Potencial de Calentamiento Global (GWP)₁₀₀. El GWP₁₀₀ se mantuvo relativamente constante durante el periodo considerado (2017-2020) alcanzando 21 254,62 Gg de CO₂e, lo que supuso 4,6 % más en comparación con el año anterior (Figura 4.4, izquierda). Las emisiones corresponden a fermentación entérica, manejo del estiércol y fertilización nitrogenada

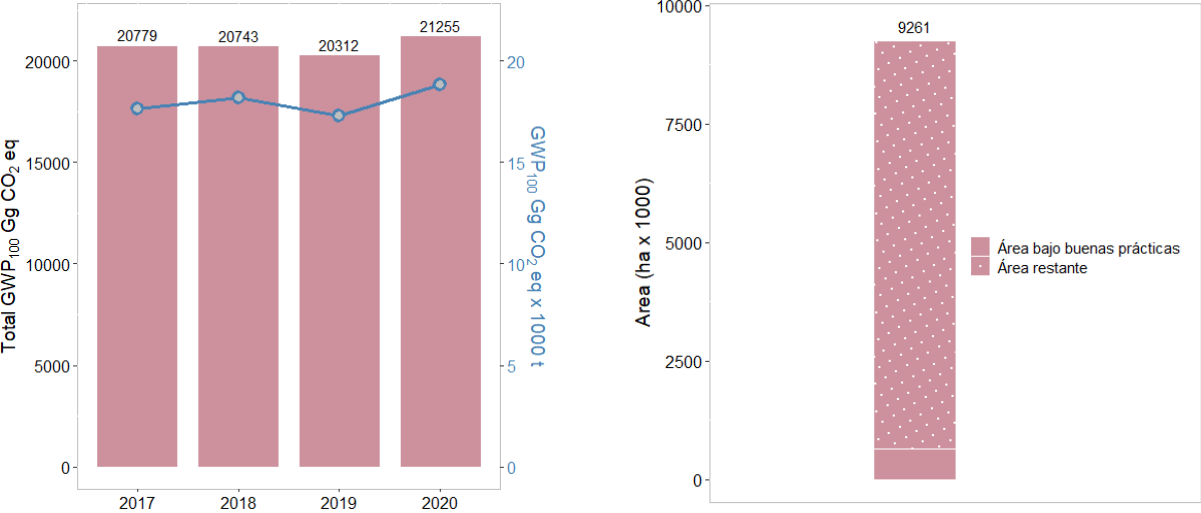


Figura 4.4: Potencial de calentamiento global (izquierda), superficie total bajo buenas prácticas de manejo para 2020 (derecha).

Fuente: elaborado por la autora P. Pozo (Instituto Thünen).

Uso del suelo

El uso del suelo se estimó del área destinada al rodeo de carne bovina. La superficie se mantuvo relativamente constante a lo largo del periodo considerado (2017-2020). En 2020 aumentó 3,7 % con respecto al año anterior (Figura 4.5).

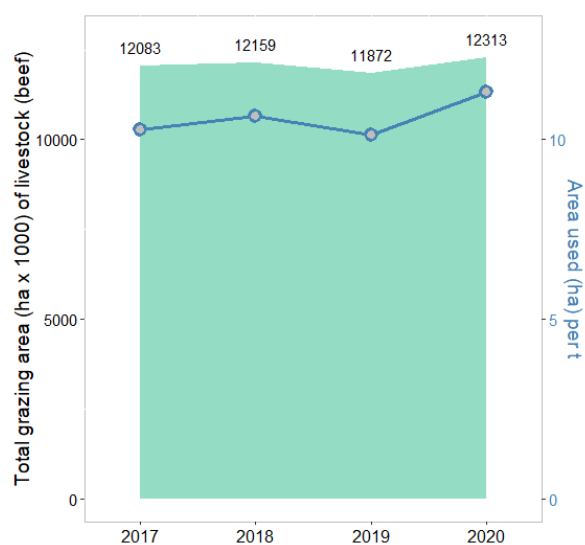


Figura 4.5: Área de uso del suelo (2017-2020).

Fuente: elaborado por la autora P. Pozo (Instituto Thünen).

Uso de agroquímicos sintéticos

El uso de agroquímicos sintéticos incrementó durante el periodo considerado (2017-2019) alcanzando 6 % en fertilizantes y 4 % plaguicidas en 2019 respecto a 2018. No se cuenta con datos cuantitativos de agroquímicos naturales.

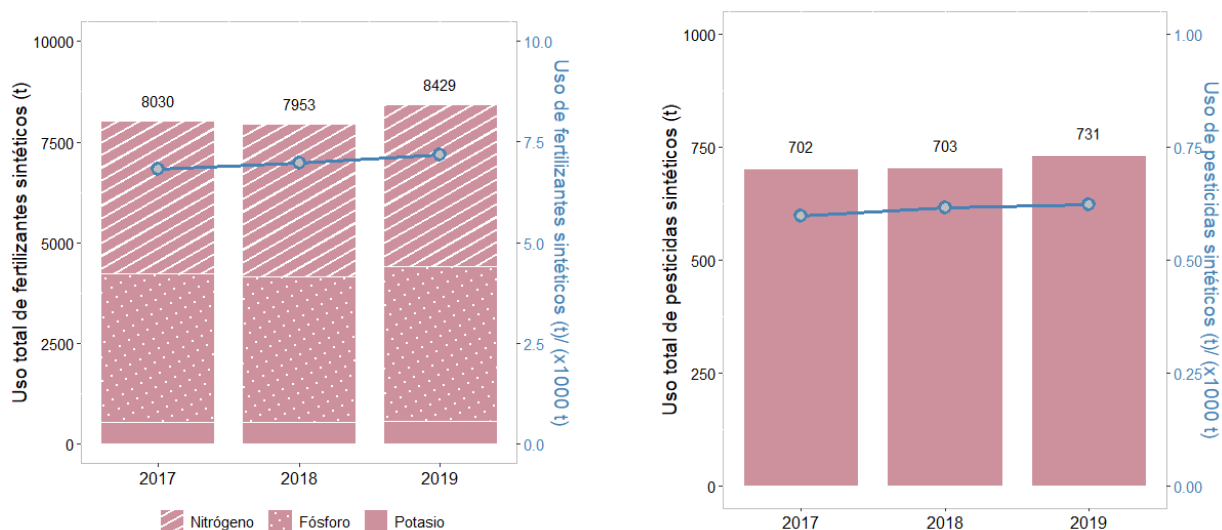


Figura 4.6: Uso de agroquímicos sintéticos incluyendo fertilizantes (nitrógeno, fósforo, potasio) y plaguicidas.

Los fertilizantes se expresan en toneladas de equivalente de nutrientes y los plaguicidas se expresan en toneladas de principio activo.

Fuente: elaborado por la autora P. Pozo (Instituto Thünen).

4.3 Fuentes de datos

Los datos usados provienen principalmente del boletín estadístico y anuario DIEA, INAC, CAE-Agro, OPYPA y la literatura citada. Adicionalmente, se agradece las sugerencias de diferentes especialistas consultados, incluyendo: Gabriel Osorio, Ismael Martínez (SNIG-MGAP), Bruno Lanfranco (INIA), Pablo Modernel (FrieslandCampina), Ignacio Paparamborda (FAGRO-Udelar), Laura Lacuague (MIEM), Federico de León (DIEA), José Bervejillo, Natalia Román, María Noel Ackermann, Nicolás Costa y Fabián Mila (OPYPA), Valentina Herrera, Sandra González, Lorena Muñiz, Milka Farias (INAC).

4.4 Limitaciones y vacíos de información

Las estadísticas oficiales están disponibles anualmente. El sector cuenta con especialistas e instituciones que garantizan la disponibilidad de datos. También existe una importante cantidad de literatura. Los indicadores se cuantificaron en base a la disponibilidad de datos, encontrándose limitaciones en cuanto a la desagregación de datos a nivel de producto (carne vacuna) y de series temporales. Por ejemplo, los indicadores medioambientales no están disponibles para todos los impactos (industria, transporte) y/o para todos los años. Los datos de empleo se agregan para el conjunto de la ganadería (carne y leche) y los efectos a nivel industrial también se agregan para el conjunto de la faena.

4 Results of monitoring material flow of beef in Uruguay

4.1 Material flow analysis

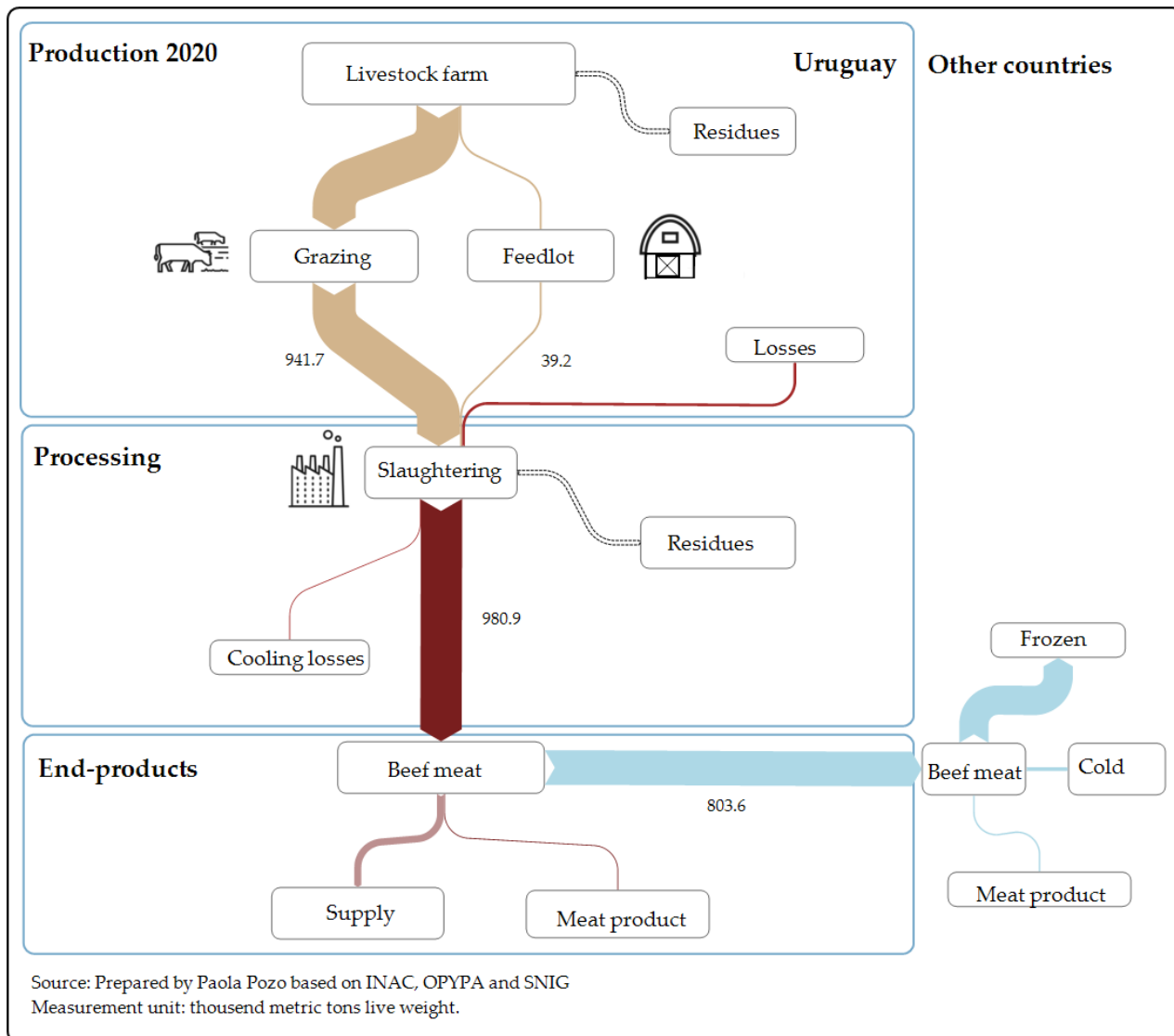


Figure 4.1: Livestock (beef) biomass flow in metric tonnes (t) for 2020.

Source: prepared by the author P. Pozo (Thünen Institute).

The system boundaries cover the biomass flow of the main product (meat after slaughter) at the national level. The functional unit is the metric tonne in live weight.

Beef production is carried out under three different systems i) breeding systems called cow-calf; ii) fattening and finishing (fattening) and iii) both (full-cycle systems) (Modernel *et al.*, 2013). Production systems have historically been based on extensive grazing of natural pastures, sown and/or improved pastures. However, recently, feedlot systems have increased (Modernel *et al.*, 2013; Becoña *et al.*, 2020). Depending on feed availability and quality, the finishing stage takes between 3 and 4 months in feedlots and up to 16 months in natural pastures (FAO, 2017). For the biomass flow, meat from pasture and feedlot was differentiated (Figure 4.1).

The processing phase begins with slaughter, which in 2020 reached around 2 million animals, producing 980 859 tonnes live weight (around 517 954 tonnes carcass weight). According to Uruguay's National Meat Institute (INAC), the initial weight of the animal (live weight) decreases between 5.5 percent and 7 percent before slaughter. The final product of slaughter is the carcass (hot carcass) divided into two halves (two half-carcasses). During the cooling of the carcass, a loss in the weight occurs, which generally corresponds to 2 percent of the weight.

Domestic consumption includes the supply of meat in its original state (90.4 percent) and processed meat for the production of meat products (9.6 percent). As for exports, around 803 645 tonnes live weight (424 329 tonnes carcass weight) were exported in 2020. Most of it is exported frozen (85 percent), followed by cooled meat (11 percent) and meat products (4 percent). For the year 2020, it is estimated that the non-carcass weight was around 462 904 tonnes, 8 percent of which corresponds to offal and 46 percent to other residues and by-products (Figure 4.2). Offal corresponds to the edible parts that do not make up the carcass, including tongue, heart, liver, tripe, and others. Other by-products are the hide, head and limbs, among others.

On the other hand, during slaughtering, a lot of water is used in processing and therefore other waste is produced, including around 58 189 tonnes of sludge and 1 404 tonnes of red water solids (based on INAC and Borges *et al.*, 2021). Uruguay markets waste and by-products including collagen, animal feed, meat meal, bones, tallow, and animal fat. Some companies are working on the production of biogas from different residues, including rumen content, sludge and effluents. However, waste is currently underutilized (Borges *et al.*, 2021). As an example, leather, which is struggling due to production costs and price reduction, has potential to produce collagen (GIT-BS, 2020).

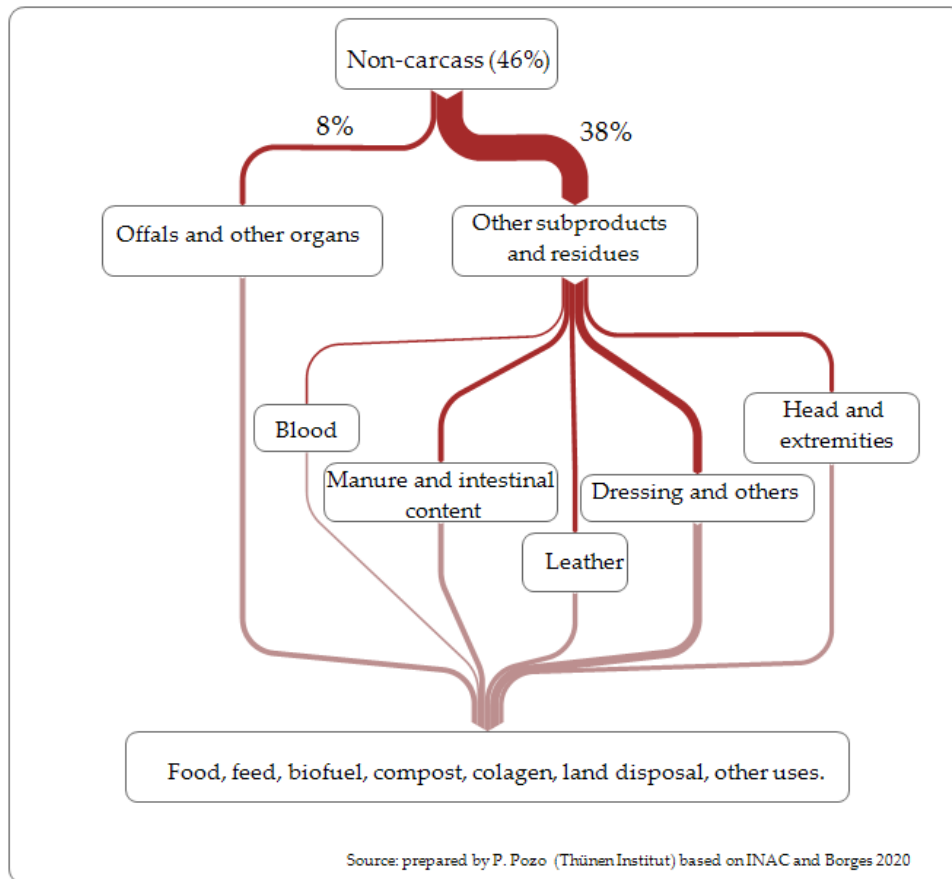


Figure 4.2: Non-carass weight residuals and by-products for 2020.

Source: prepared by the author P.Pozo (Thünen Institute).

4.2 Assessment of sustainability effects

Beef is historically the most important exported product in Uruguay, representing 20 percent of total exports in 2020, destined mainly to China (Uruguay XXI, 2020) among 45 other countries. Furthermore, for a country of only 3.4 million inhabitants, Uruguay supplies 4 percent of the world market's beef (Bervejillo, 2021). Beef cattle farming represents approximately half of Uruguay's agricultural GDP, which in turn represents 8-9 percent of the overall gross domestic product (GDP). In addition to its economic importance, beef has a significant environmental footprint. This sector generates almost 62 percent of Uruguay's GHG emissions, 55 percent of these emissions of methane (CH₄), 45 percent of nitrous oxide (N₂O) which makes it the largest contributor of GHG (INGEI, 2017; Becoña *et al.*, 2020). Therefore, reducing the environmental footprint for cattle ranching has become a priority for Uruguay (Becoña *et al.*, 2020). In this regard, the Government of Uruguay has formed an inter-institutional team to calculate the environmental footprint of cattle raising, including

greenhouse gas emissions. In addition, at the COP 26 climate summit in 2021, Uruguay adhered to the "Global Methane Pledge" where different countries collectively commit to reduce global methane emissions by at least 30 percent from 2020 to 2030.

On the other hand, beef meat is produced with minimal amounts of external inputs, including very low use of fossil fuels and synthetic pesticides (Becoña *et al.*, 2020; Modernel *et al.*, 2013 and 2018). Meat produced on natural pasture provides a broad set of ecosystem services. These include soil erosion control, nutrient cycling, carbon sequestration, water storage and filtration, conservation of genetic resources and biodiversity, among others (GIT-BS, 2020).

Uruguayan beef is internationally recognized, in part due to its commitment to certain standards. For example, animal feeding mostly by grazing, high sanitary and food safety standards, including zero use of hormones, and a mandatory traceability system. The National Livestock Information System (SNIG) ensures traceability of cattle from the farm of origin. In this context, the challenge for the beef sector is to increase productivity without neglecting the environmental and sanitary characteristics that make Uruguayan beef a highly valued product worldwide (Kanter *et al.*, 2016). According to studies (Ruggia *et al.* 2021), the ecological intensification of cattle farms based on native grasslands is able to improve the three dimensions of sustainability and increase farm resilience and stability. In terms of certification, beef is certified under different schemes, for example, the certification of organic beef production by Control Union of the Netherlands. Another example is Uruguay's Natural Meat Certification Programme (PCNCU), led by INAC, which seeks to certify all meat production from the field to labeling (GIT-BS, 2020). In addition, the first Carbon Neutral meat seal was recently achieved, verified by the international certifier LSQA, which is a collaboration between the Technological Laboratory Association of Uruguay (LATU) and Quality Australia.

Different indicators were quantified in the three dimensions of sustainability, which are linked to the SDGs (Table 4.1). The set of indicators was selected based on a multi-stakeholder workshop, followed by expert consultations. Quantification was performed according to available information. Quantification includes production value, employment, area under good management practices and GHG emissions. Land use and agrochemical use were also represented as they were considered important and due to available information.

| Dimensi on | Indicator | Unit | Frequency | Link to SDG | Source of data |
|---------------|--------------------------------------|---|----------------|-------------|--|
| Socioeconomic | Production value | US\$/t live weight meat | Monthly Annual | 8, 9 | INAC BCU |
| | Employment | Number of persons employed/t live weight meat | Annual | 8, 9 | Ackermann & Cortelezzi 2020, INAC and OPYPA. BCU |
| Environmental | Area under best management practices | has | Case study | 15 | OPYPA |

| | | | | |
|----------------------|---|--------|--------|---|
| GWP ₁₀₀ | Gg CO ₂ eq/t meat live weight | Annual | 9, 13 | Ackermann <i>et al.</i> , 2022, INAC, OPYPA |
| Land use | ha/t live weight meat | Annual | 15 | DIEA, INAC, OPYPA |
| Use of agrochemicals | Fertilizer: nutrient equivalent (t)/t meat live weight Pesticide: active ingredient (t)/t meat live weight | Annual | 12, 15 | CAE-Agro, INAC OPYPA |

Table 4.1: Quantified socioeconomic and environmental indicators for beef meat.

4.2.1 Socioeconomic indicators

Production value

The value of production generated varied over the period considered (2017-2020). It decreased by 11 percent in 2020 compared to the previous year (Figure 4.3, left). Most of the production value was generated in the ranching phase.

Employment

Employment was quantified as the total number of persons employed. It remained relatively constant over the period considered (2017-2019). It is dominated by the farming phase and decreased by 2.4 percent in 2019 compared to the previous year (Figure 4.3, right).

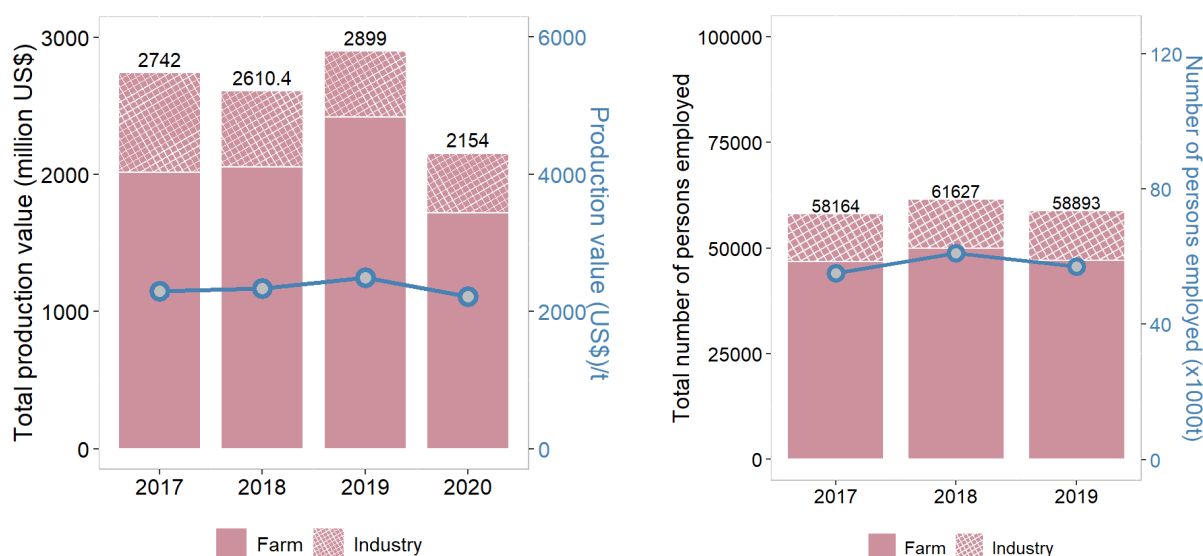


Figure 4.3: Total value of production generated and value of production per tonne (left). Total number of people employed and number of people employed per tonne (right).

Source: prepared by the author P. Pozo (Thünen Institute).

4.2.2 Environmental indicators

Management practices

This indicator quantifies the number of hectares of natural pastures managed with practices that lead to the achievement of GHG reduction targets and avoid soil carbon loss. Such practices include proactive strategies to couple animal requirements and forage production, such as age at first mating, pregnancy diagnosis, weaning date, quantitative estimation of forage availability, among others (Jones *et al.*, 2020). In 2020, it was estimated that 2.7 percent of producers managed 652 455 ha under good management practices (Figure 4.4, right). This indicator and its relationship to the functional unit is under construction.

GHG emissions

GHG emissions are quantified by the Global Warming Potential (GWP)₁₀₀. The GWP₁₀₀ remained relatively constant during the period considered (2017-2020). GWP reached 21 254.62 Gg CO₂e, which was 4.6 percent more compared to the previous year (Figure 4.4, left). Emissions correspond to enteric fermentation, manure management and nitrogen fertilization.

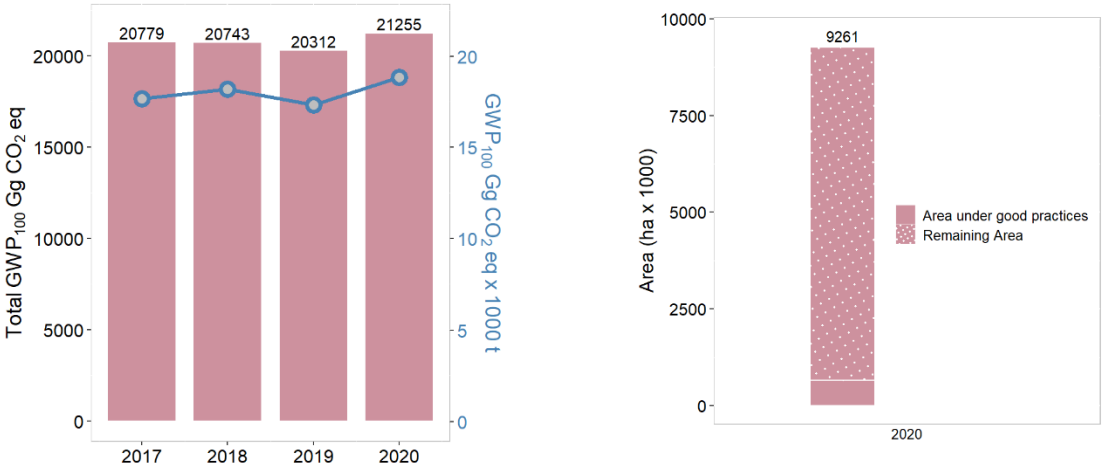


Figure 4.4: Global warming potential (left), total area under good management practices for 2020 (right). Source: prepared by the author P. Pozo (Thünen Institute).

Land use

Land use for beef production corresponds to the area used for beef cattle grazing. The area remained relatively constant throughout the period considered (2017-2020). In 2020 it increased 3.7 percent over the previous year (Figure 4.5).

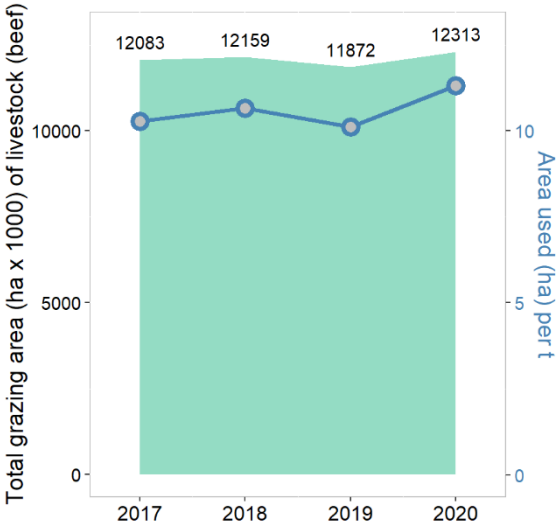


Figure 4.5: Land use area (2017-2020).

Source: prepared by the author P. Pozo (Thünen Institute).

Synthetic agrochemicals use

The use of synthetic agrochemicals increased during the period considered (2017-2019). The use of fertilizers increased by 6 percent in and the use of pesticides increased by 4 percent in 2019 compared to 2018. Quantitative data on natural agrochemicals are not available.

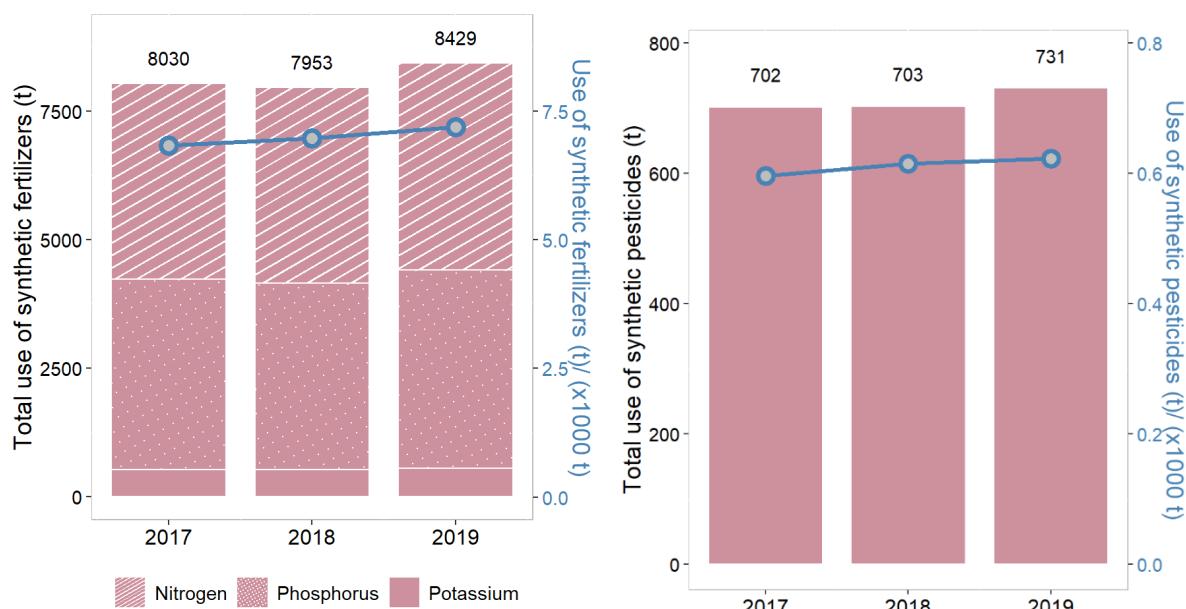


Figure 4.6: Use of synthetic agrochemicals including fertilizers (nitrogen, phosphorus, potassium) and pesticides. Fertilizer quantities are expressed in tonnes of nutrient equivalent and pesticides are expressed in tonnes of active ingredient.

Source: prepared by the author P .Pozo (Thünen Institute).

4.3 Data sources

The data used come mainly from the DIEA statistical bulletin and reports of INAC, CAE-Agro, OPYPA and the literature cited. Additionally, different specialists provided valuable information, including: Gabriel Osorio, Ismael Martínez (SNIG-MGAP), Bruno Lanfranco (INIA), Pablo Modernel (FrieslandCampina), Ignacio Paparamborda (FAGRO-Udelar), Laura Lacuague (MIEM), Federico de León (DIEA), José Bervejillo, Natalia Román, María Noel Ackermann, Nicolás Costa and Fabián Mila (OPYPA), Valentina Herrera, Sandra González, Lorena Muñiz, and Milka Farias (INAC).

4.4 Limitations and data gaps

Official statistics are available annually. The sector has specialists and institutions that guarantee the availability of data. There is also a significant amount of literature. Data limitations are related to data disaggregation at the product level (beef) and time series. For example, environmental indicators are not available for all impacts (industry, transportation) and/or for all years. Employment data is aggregated for all livestock (meat and milk) and industry-level effects are also aggregated for all slaughtering.

5 Resultados del monitoreo de flujo material para pulpa en Uruguay

5.1 Análisis de flujo de material

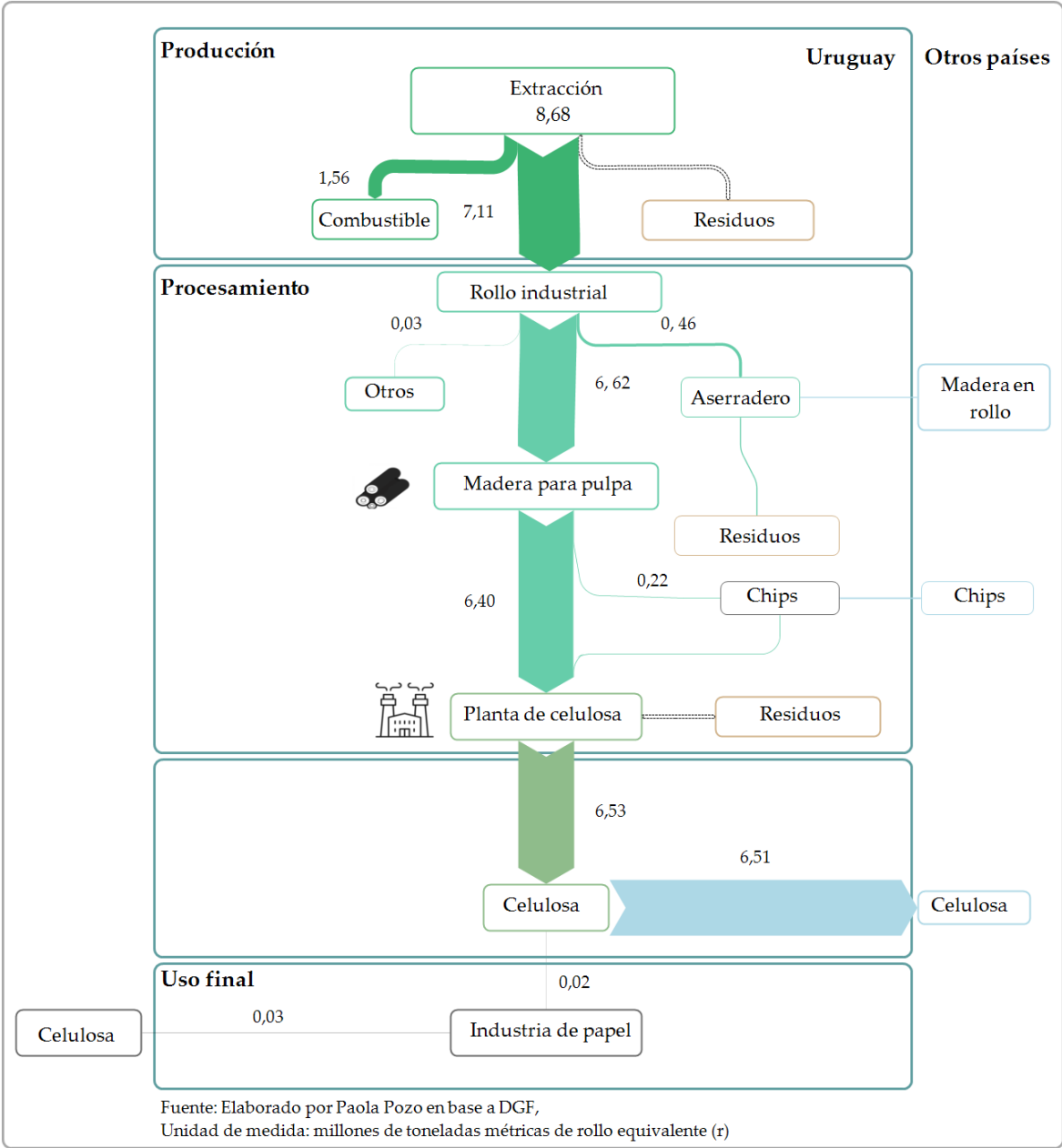


Figura 5.1: Flujo de biomasa de pulpa de *Eucalyptus* para 2020 en toneladas métricas (t) de rollo equivalente (r).

Fuente: elaborado por la autora P. Pozo (Instituto Thünen).

Los límites del sistema comienzan y terminan con el flujo de biomasa del producto principal (pulpa de *Eucalyptus*) a nivel nacional. Se incluyen las importaciones de materia prima (por ejemplo, madera para pulpa), así como las exportaciones del producto principal. Los insumos, como energía, o los efectos como las emisiones, se incluyen en la evaluación de los efectos de la sostenibilidad.

La cadena de pulpa se compone de una fase silvícola que incluye viveros, plantación, manejo silvícola y cosecha. La fase industrial incluye la transformación mecánica para la industria de aserraderos o la transformación química para la industria de la pulpa y papel. Se utilizó como unidad funcional el equivalente de madera en rollo (r) en toneladas métricas, una medida del volumen madera en rollo utilizada en la fabricación de productos derivados de la madera (por ejemplo, pulpa, papel).

La extracción (producción) total de madera nacional de especies no coníferas fue de 14,5 millones de m³ (8,68 millones de toneladas r) en 2020. Alrededor del 82 % de la producción se destinó a madera en rollo industrial y el 18 % se utilizó como leña, la cual incluye también las especies nativas no coníferas (Boscana. 2022).

La mayor parte de la madera en rollo industrial (93 %) se procesó para la fabricación de pulpa química Kraft. Una parte menor se destinó al aserrado (6,5 %) y a la producción de postes y pilares (0,5 %). La celulosa es el principal producto del sector forestal y la producción se concentra en dos compañías. Uruguay es un exportador neto de pulpa de celulosa. En 2020 se exportó el 99,7 % de la producción total, principalmente a China (41 %) e Italia (21 %), entre otros 21 países. El resto de la producción de celulosa (0,3 %) se procesó dentro del país para la industria papelera. Uruguay importó en 2020 una pequeña cantidad de madera para celulosa (6 000 toneladas), papel recuperado (3 000 toneladas) y una importante cantidad de productos de papel y cartón (55 000 toneladas).

La pulpa de celulosa, es el segundo producto más exportado en 2020 (alrededor del 14 % del total de las exportaciones). Con la instalación de la tercera planta en Uruguay se estima que se producirán 4,7 millones de toneladas de celulosa. Esto consolidará a la celulosa como el principal producto exportado por el país y podría convertir a Uruguay en el segundo proveedor mundial de celulosa de fibra corta, después de Brasil (Uruguay XXI, 2021, and OPP, 2018).

La estimación de los residuos se calculó utilizando los datos de la (DGF, 2021) y el proyecto PROBIO "Producción de electricidad a partir de biomasa en Uruguay". La estimación total de los residuos generados para el año 2020 en un ciclo de 10 años fueron alrededor de 2,2 millones de toneladas secas distribuidas entre ramas (8,6 %), cortezas (9,6 %), hojas (5,4 %) y puntas (1,4 %). Estos residuos, se dejan en el suelo para aportar materia orgánica. Diversos residuos industriales como la corteza, el licor negro y otros (por ejemplo, lodos y cenizas) se utilizan para la generación de energía. Los subproductos generados durante el procesamiento

de la pulpa representan 3,7 millones de toneladas de sólidos secos de licor negro. La lignina aún no se utiliza en las aplicaciones descritas en la literatura, su uso principal es para generar energía (Dieste *et al.*, 2016, Fígoli, 2021). La mayor parte de la energía generada se consume por la misma industria y el excedente se distribuye a la Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas (UTE).

Según (Uruguay XXI, 2021) y PROBIO, una de las empresas tiene capacidad para producir 161 MW, la mayoría se consume para la misma empresa y 40 MW se comercializan a la UTE, mientras que la otra tiene capacidad para producir 180 MW, de los cuales 80 MW son distribuidos a la red. Existe un interés actual en la valorización de los residuos y subproductos de la actividad forestal incluyendo la generación de bioenergía (a partir del licor negro) y biocombustibles a partir de los residuos del procesamiento de la madera (GIT-BS, 2020).

5.2 Evaluación de los efectos de sostenibilidad

Uruguay es uno de los pocos países del mundo que basa su desarrollo forestal exclusivamente en la producción de plantaciones forestales a gran escala establecidas en pastizales. Las especies de *Eucalyptus* (principalmente *Eucalyptus grandis* seguido de *E. dunnii*) comprenden la mayor parte de la superficie forestada y se ubican principalmente en el norte, noroeste y noreste del país (Poza y Säumel 2018; Uruguay XXI, 2021). Prácticamente toda la producción forestal y sus industrias han sido certificadas por las dos principales certificaciones internacionales: FSC (Forest Stewardship Council) y PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification) (Uruguay XXI, 2021; UPM, 2020). Además, hay al menos cinco proyectos forestales que están emitiendo certificados de carbono. El Cuadro 5.1 muestra los indicadores empleados y su relación con los ODS.

| Dimensión | Indicador | Unidad | Frecuencia | Vínculo con ODS | Fuente |
|----------------|--------------------|--------------------------------|------------|-----------------|------------------------------|
| Socioeconómico | Valor agregado | US\$/t | Anual | 8, 9 | Exante BCU |
| | Empleo | Número de personas empleadas/t | Anual | 8, 9 | DGF /Exante |
| Ambiental | Uso del suelo | ha/t | Anual | 15 | DGF |
| | GWP ₁₀₀ | Gg CO ₂ eq/t | Estudio | 9, 13 | Schulte <i>et al.</i> , 2021 |
| | Consumo de energía | TJ/t | Anual | 12 | CAE-Agro, DGF, MIEM |

Cuadro 5.1: Indicadores socioeconómicos y medioambientales cuantificados para pulpa.

5.2.1 Indicadores socioeconómicos

Valor agregado

El valor agregado generado, es tres veces mayor en la fase industrial en comparación con la fase silvícola y representó 1 250 millones de dólares en 2019 (Figura 5.2, izquierda).

Empleo

El empleo generado se mantuvo relativamente constante durante el periodo considerado (2018-2020) disminuyendo 2 % en 2020 con respecto al año anterior (Figura 5.2, derecha).

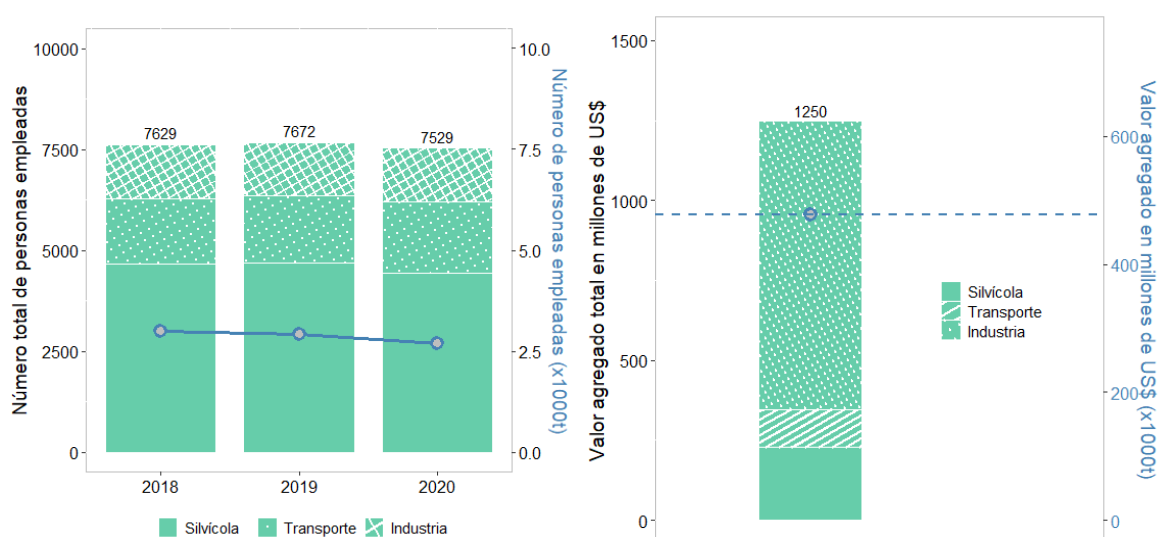


Figura 5.2: Valor agregado total generado y valor agregado por tonelada (izquierda), empleo total generado y empleo por tonelada (derecha).

Fuente: elaborado por la autora P. Pozo (Instituto Thünen).

5.2.2 Indicadores ambientales

Uso del suelo

El uso del suelo se estimó del área para plantación de *Eucalyptus*. Este indicador y su relación con la unidad funcional se encuentra en construcción.

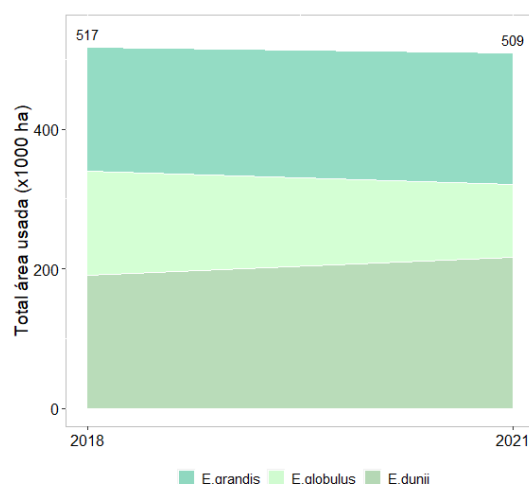


Figura 5.3: Área de uso del suelo (2017-2020).

Fuente: elaborado por la autora P. Pozo (Instituto Thünen).

Emisiones de GEI y secuestro de carbono

De acuerdo con el estudio (Schulte *et al.*, 2021), las operaciones y las necesidades energéticas dentro de la fábrica de celulosa en la fase industrial dominan las emisiones y el secuestro de carbono en el bosque no compensa las emisiones de la etapa industrial. (Figura 5.4, izquierda). Esta estimación no incluye la sustitución de energía renovable que genera la producción de celulosa a través del excedente que es suministrado a la UTE.

Consumo de energía

La energía utilizada se mantuvo relativamente constante durante el periodo considerado con una reducción de 0,9 % en la fase industrial y un incremento de 72 % en la fase silvícola durante 2019 respecto a 2018 (Figura 5.4, derecha). Estas estimaciones no incluyen la energía utilizada en transporte. La mayoría de la energía utilizada en la etapa industrial es renovable originada por la misma industria.

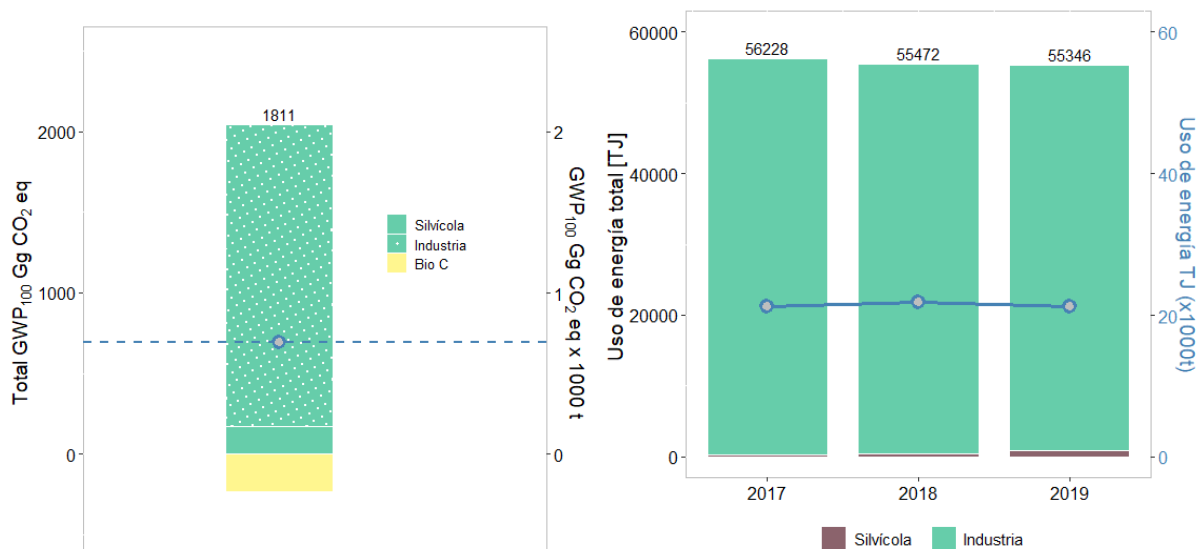


Figura 5.4: Potencial de calentamiento global (izquierda), uso de la energía (derecha).

Fuente: elaborado por la autora P. Pozo (Instituto Thünen).

5.3 Fuentes de datos

Los datos utilizados para el flujo material y efectos de sostenibilidad fueron recolectados principalmente del boletín estadístico y anuario de DFG, Exante, MIEM, CAE-Agro y la literatura citada. Adicionalmente, se agradecen las sugerencias de diferentes especialistas consultados, incluyendo: un especial agradecimiento a Mariana Boscana, Leonardo Boragno, Patricia Escudero (DGF-MGAP), Hugo Laguna (OPYPA-MGAP), Ignacio Fígoli, Sebastián Bianchi (MIEM), Roberto Scoz (INIA), Pablo Rosselli (Exante), Pablo Montes (UPM), Maria Noel Cabrera (FING) y Susanne Iost, Holger Weimar (Thünen Institute).

5.4 Limitaciones y vacíos de información

Los datos están desagregados de forma limitada y no permiten rastrear los impactos a pequeña escala. Por ejemplo, las diferentes actividades de la etapa silvícola se fusionan para todas las plantaciones forestales. Por lo tanto, se necesitan fuentes de datos adicionales, consultas a expertos u otras estadísticas secundarias. Los datos de los indicadores medioambientales suelen tener un mayor nivel de agregación y, en algunos casos, carecen de información periódica y actualizada, lo que dificulta su cuantificación en cada etapa del flujo.

5 Results of monitoring material flow of pulp in Uruguay

5.1 Material flow analysis

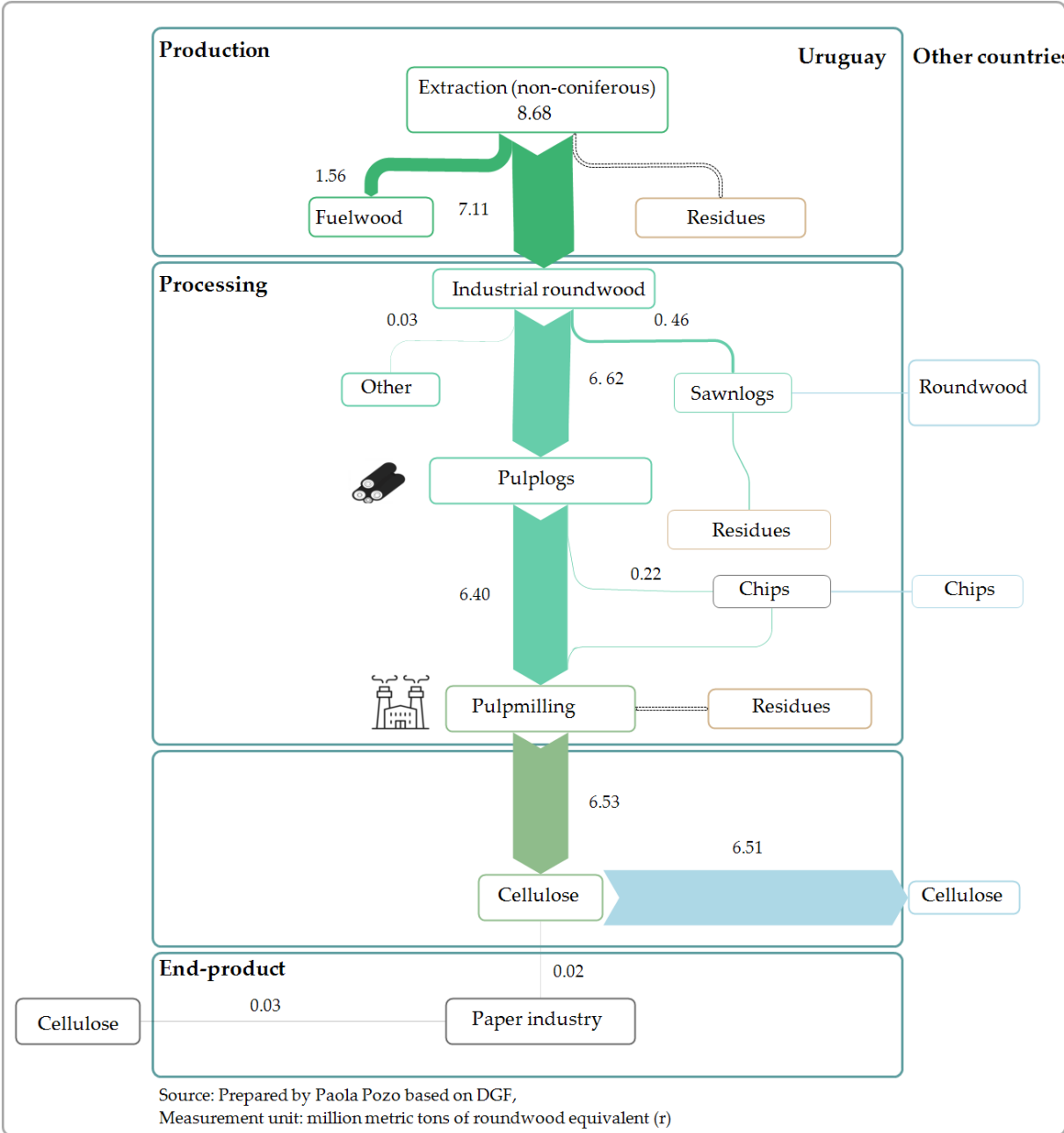


Figure 5.1: Eucalyptus pulp biomass flow for 2020 in million metric tonnes (t) of roundwood equivalent (r).

Source: prepared by the author P.Pozo (Thünen Institute).

The system boundaries begin and end with the biomass flow of the main product (*Eucalyptus* pulp) at the national level. Imports of raw material (e.g. pulpwood) as well as exports of the main product are included. Inputs, such as energy, or effects such as emissions, are included in the sustainability impact assessment.

The wood production part of the material flow is composed of a silvicultural phase that includes nurseries, planting, silvicultural management and harvesting. The industrial phase includes mechanical processing for the sawmill industry or chemical processing for the pulp and paper industry. The functional unit used was roundwood equivalent (r) in metric tonnes, a measure of roundwood volume used in wood products (e.g. pulp, paper).

The total national wood extraction (production) of non-coniferous species was 14.5 million m³ (8.68 million tonnes r) in 2020. About 82 percent of production was used for industrial roundwood and 18 percent was used as fuelwood, which also includes native non-coniferous species (Boscana, 2022).

Most of the industrial roundwood (93 percent) was processed into Kraft chemical pulp. A smaller portion was used for sawmilling (6.5 percent) and for the production of poles (0.5 percent). Pulp is the main product of the forestry sector and the production is concentrated in two companies. Uruguay is a net exporter of cellulose pulp. In 2020, 99.7 percent of total production was exported, mainly to China (41 percent) and Italy (21 percent), among 21 other countries. The remaining pulp production (0.3 percent) was processed domestically for the paper industry. Uruguay imported a small amount of pulpwood (6 000 tonnes), recovered paper (3 000 tonnes) and a significant amount of paper and cardboard products (55 000 tonnes) in 2020.

Cellulose pulp is the second most exported product in 2020 (around 14 percent of total exports). With the installation of the third pulp mill in Uruguay, it is estimated that additional 4.7 million tonnes of pulp will be produced. This will consolidate pulp as the country's main export product and could make Uruguay the world's second largest supplier of short-fibre pulp, after Brazil (Uruguay XXI, 2021).

The estimation of residues was calculated using data from the DGF (2021) and the PROBIO project "Electricity production from biomass in Uruguay". The total estimate of residues generated for 2020 in a ten year cycle was around 2.2 million dry tonnes distributed among branches (8.6 percent), bark (9.6 percent), leaves (5.4 percent) and tips (1.4 percent). These residues are left on the ground to provide organic matter. Various industrial residues such as bark, black liquor and others (e.g. sludge and ash) are used for energy generation. By-products generated during pulp processing represent around 3.7 million tonnes of dry black liquor solids. Lignin is not yet used in the applications described in the literature, its main use is to generate energy (Dieste *et al.*, 2016, Fígoli, 2021). Most of the energy generated is consumed

by the industry itself and the surplus is distributed to the National Administration of Power Plants and Electrical Transmissions (UTE).

According (Uruguay XXI, 2021) and PROBIO, one of the companies has the capacity to produce 161 MW, most of which is consumed by the company itself and 40 MW are marketed to the UTE, while the other has the capacity to produce 180 MW, of which 80 MW are distributed to the grid. There is current interest in the valorization of forestry residues and by-products including the generation of bioenergy (from black liquor) and biofuels from wood processing residues (GIT-BS, 2020).

5.2 Assessment of sustainability

Uruguay is one of the few countries in the world that bases its forestry development exclusively on the production of large-scale forest plantations established in grasslands. *Eucalyptus* species (mainly *Eucalyptus grandis* followed by *E. dunnii*) comprise most of the forested area and are located mainly in the north, northwest and northeast of the country (Poza and Säumel 2018; Uruguay XXI, 2021). Almost all forest production and its industries have been certified by the two main international certifications FSC (Forest Stewardship Council) and PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification) (Uruguay XXI, 2021; UPM, 2020). In addition, there are at least five forestry projects that are issuing carbon certificates. Table 5.1 shows the indicators for pulp and their relationship with the SDGs.

| Dimension | Indicator | Unit | Frequency | Link to SDGs | Source |
|---------------|--------------------|--------------------------------------|-----------|--------------|------------------------------|
| Socioeconomic | Value added | US\$/t of pulp | Annual | 8, 9 | Exante BCU |
| | Employment | Number of persons employed/t of pulp | Annual | 8, 9 | DGF /Exante |
| Environmental | Land use | ha/t of pulp | Annual | 15 | DGF |
| | GWP ₁₀₀ | Gg CO ₂ eq/t of pulp | Study | 9, 13 | Schulte <i>et al.</i> , 2021 |
| | Energy consumption | TJ/t of pulp | Annual | 12 | CAE-Agro, DGF, MIEM |

Table 5.1: Quantified socioeconomic and environmental indicators for pulp.

5.2.1 Socioeconomic indicators

Added value

The value added generated is three times higher in the industrial phase compared to the silvicultural phase and in 2019 represented USD 1.25 billion (Figure 5.2, left).

Employment

The employment generated remained relatively constant during the period considered (2018-2020), decreasing 2 percent in 2020 compared to the previous year (Figure 5.2, right).

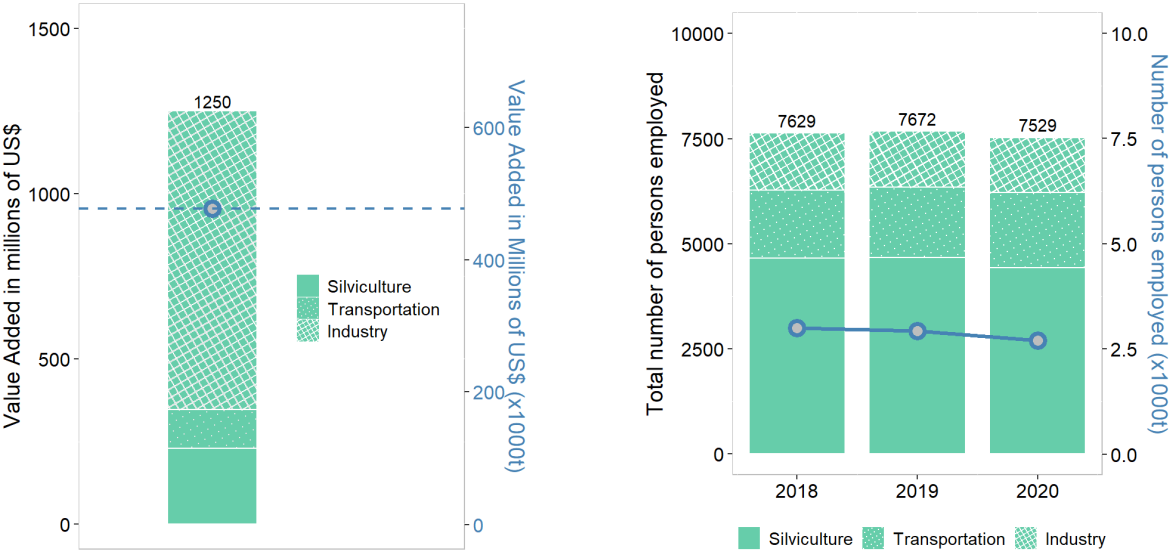


Figure 5.2: Total value added generated and value added per tonne of cellulose pulp (left), total employment generated and employment per tonne of cellulose pulp (right).

Source: prepared by the author P. Pozo (Thünen Institute).

5.2.2 Environmental indicators

Land use

Land use was estimated from the area for *Eucalyptus* plantation. This indicator and its relationship with the functional unit is under construction.

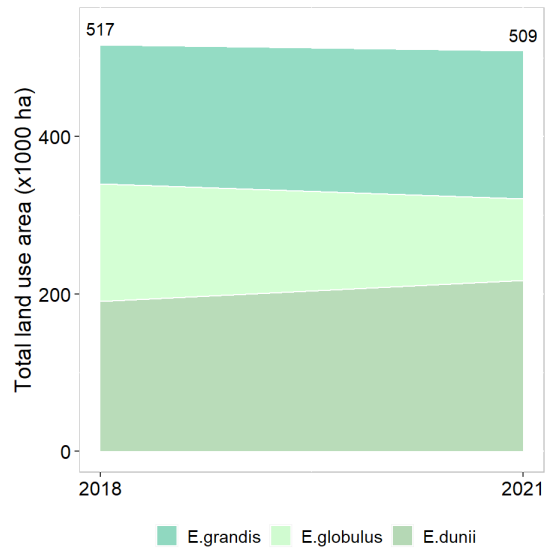


Figure 5.3: Land use area (2017-2020).

Source: prepared by the author P. Pozo (Thünen Institute).

GHG emissions and carbon sequestration

According to Schulte *et al.* (2021), the operations and energy needs within the pulp mill in the industrial phase dominate the emissions, and carbon sequestration in the forest does not offset the emissions from the industrial stage (Figure 5.4, left). This estimate does not include the substitution of renewable energy generated by pulp production through the surplus that is supplied to the UTE.

Energy consumption

Energy used remained relatively constant during the period considered with a 0.9 percent reduction in the industrial phase and a 72 percent increase in the silvicultural phase during 2019 compared to 2018 (Figure 5.4, right). These estimates do not include energy used in transportation. Most of the energy used in the industrial stage is renewable energy originating from the industry itself.

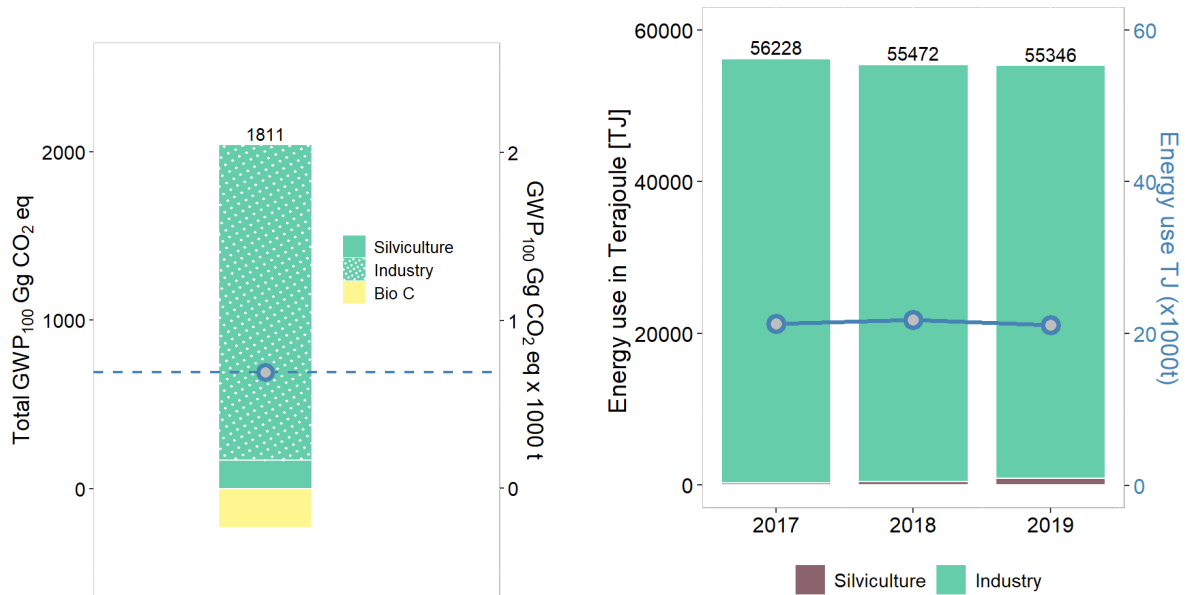


Figure 5.4: Total global warming potential and GWP per tonne of cellulose pulp (left), total energy use and energy use per tonne of cellulose pulp (right).

Source: prepared by the author P. Pozo (Thünen Institute).

5.3 Data sources

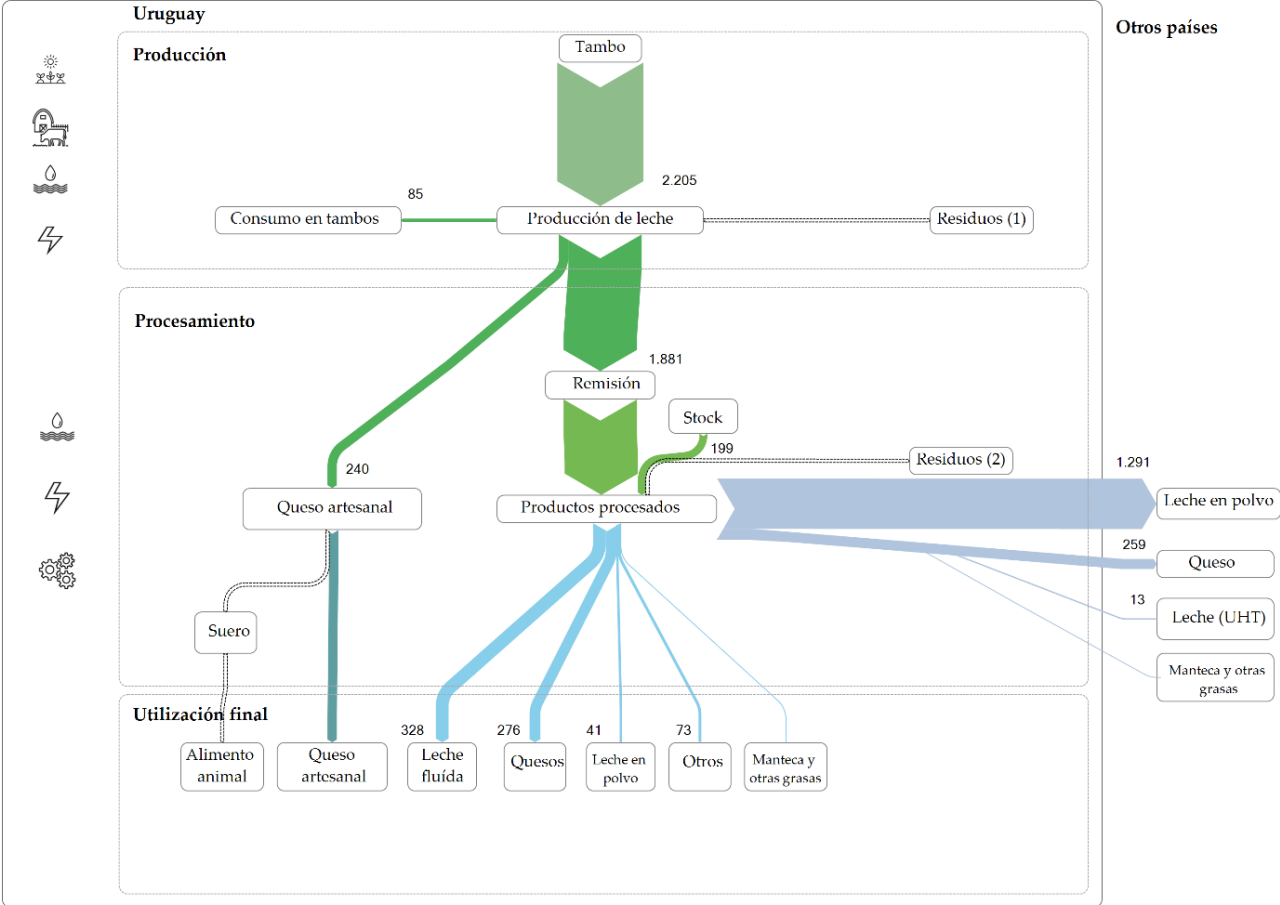
The data used for the material flow and sustainability effects were collected mainly from the statistical bulletin and reports of DFG, Exante, MIEM, CAE-Agro and the literature cited. In addition, the suggestions of different specialists consulted are gratefully acknowledged, including: special thanks to Mariana Boscana, Leonardo Boragno, Patricia Escudero (DGF-MGAP), Hugo Laguna (OPYPA-MGAP), Ignacio Fígoli, Sebastián Bianchi (MIEM), Roberto Scoz (INIA), Pablo Rosselli (Exante), Pablo Montes (UPM), Maria Noel Cabrera (FING) and Susanne Iost, Holger Weimar (Thünen Institute).

5.4 Limitations and data gaps

The data are disaggregated in a limited way and do not allow tracking small-scale impacts. For example, the different activities of the silvicultural stage are merged for all forest plantations. Therefore, additional data sources, expert consultations or other secondary statistics are needed. Environmental indicator data tend to have a higher level of aggregation and, in some cases, lack regular and updated information, making it difficult to quantify at each stage of the flow.

6 Resultados del monitoreo de flujo material para leche en Uruguay

6.1 Análisis de flujo de material



Fuente: elaborado por S. Polcaro con base en DIEA (2021) e INALE (2021)
 Unidad funcional: Millones de litros de leche equivalente

Figura 6.1: Flujo de material de leche en polvo en litros de leche equivalente para 2020.

Fuente: elaborado por la autora S. Polcaro (FAO).

Los límites del sistema incluyen la producción anual de leche y subproductos a nivel nacional. El producto seleccionado para el análisis es la leche en polvo, la cual se obtiene mediante la deshidratación de la leche pasteurizada. Este caso incluye la leche en polvo entera y descremada.

La leche en polvo es un producto de gran importancia para el sector, en varios aspectos. En 2020, se produjeron 147 millones de litros de leche en polvo entera (LPE) y 21 millones de litros de leche en polvo descremada (LPD), que en conjunto representaron el 73 % de los

ingresos totales de la facturación y el 65 % de los ingresos en divisas (considerando sólo la LPE). Los principales mercados de exportación son Argelia y Brasil (INALE, 2021).

El flujo de material se divide en tres fases: la producción, que comienza con la extracción de la leche en la explotación lechera hasta su envío a la planta de transformación; la fase industrial, que incluye la transformación de la materia prima por parte de las industrias lácteas y las industrias de transformación que procesan productos lácteos; y la fase final, en la que se obtienen los productos transformados. También se estima el volumen exportado.

Insumos como el agua, la energía y el uso de pesticidas y fertilizantes no se incluyen en el flujo, aunque se tienen en cuenta en la evaluación de los efectos de la sostenibilidad cuando se dispone de datos. Por otra parte, las salidas del sistema, como los residuos y los subproductos derivados de la producción, se analizan por separado (Figura 6.2), mientras que las emisiones de GEI también se tienen en cuenta en la evaluación.

La unidad funcional es la "leche equivalente" o unidad equivalente de leche, que se define como la cantidad de leche líquida utilizada en un producto lácteo transformado. Esta medida permite considerar los productos lácteos en la misma unidad para su comparación y agregación. Para ello, se utilizan factores de conversión para cada producto, en función de la cantidad de leche utilizada para su producción. El factor de conversión depende de la composición de la leche y ésta, a su vez, de diferentes variables como la especie animal, el tipo de ordeño, la etapa de lactancia y la alimentación. La leche uruguaya tiene una composición de 3,75 % de grasa y 3,43 % de proteína (DIEA, 2020). A modo de ejemplo, el factor de conversión de la leche entera en polvo es de 7,87, lo que significa que se requieren 7,87 litros de leche fluida para producir 1 litro de leche entera en polvo. En cambio, los coeficientes de conversión de las cremas, la mantequilla y el suero son cero, ya que se consideran subproductos de la leche entera y, por tanto, no se requiere leche adicional para su producción. Para este trabajo se han utilizado los coeficientes de conversión calculados por el INALE, en los que se basan los datos de DIEA.

Según DIEA, a nivel nacional y en 2020, había 2.250 unidades de producción lechera que enviaban leche a las plantas de transformación. El número de vacas en ordeño ascendía a 749 mil cabezas y la actividad lechera ocupaba directamente 746 mil hectáreas. La industria de transformación de la leche estaba formada por 49 empresas y 3 221 trabajadores que elaboraban productos lácteos a partir de la leche cruda. Según el Fondo de Financiamiento y Desarrollo Sustentable de la Actividad Láctea (FFDSAL), las tres principales industrias capturaron el 85 % de la leche procesada a nivel industrial. Conaprole es la principal industria del país, captando el 72 % de la leche (INALE, 2021).

Con esta estructura, el sector produjo ese año 2 205 millones de litros de leche. Se calcula que 85 millones de litros (3,8 %) de esta producción se consumieron en la explotación lechera y 240 millones de litros (10,8 %) se transformaron en la explotación. Los 1 881 millones de litros restantes (85 %) se enviaron a plantas industriales. Una vez allí, la leche se procesa: 146

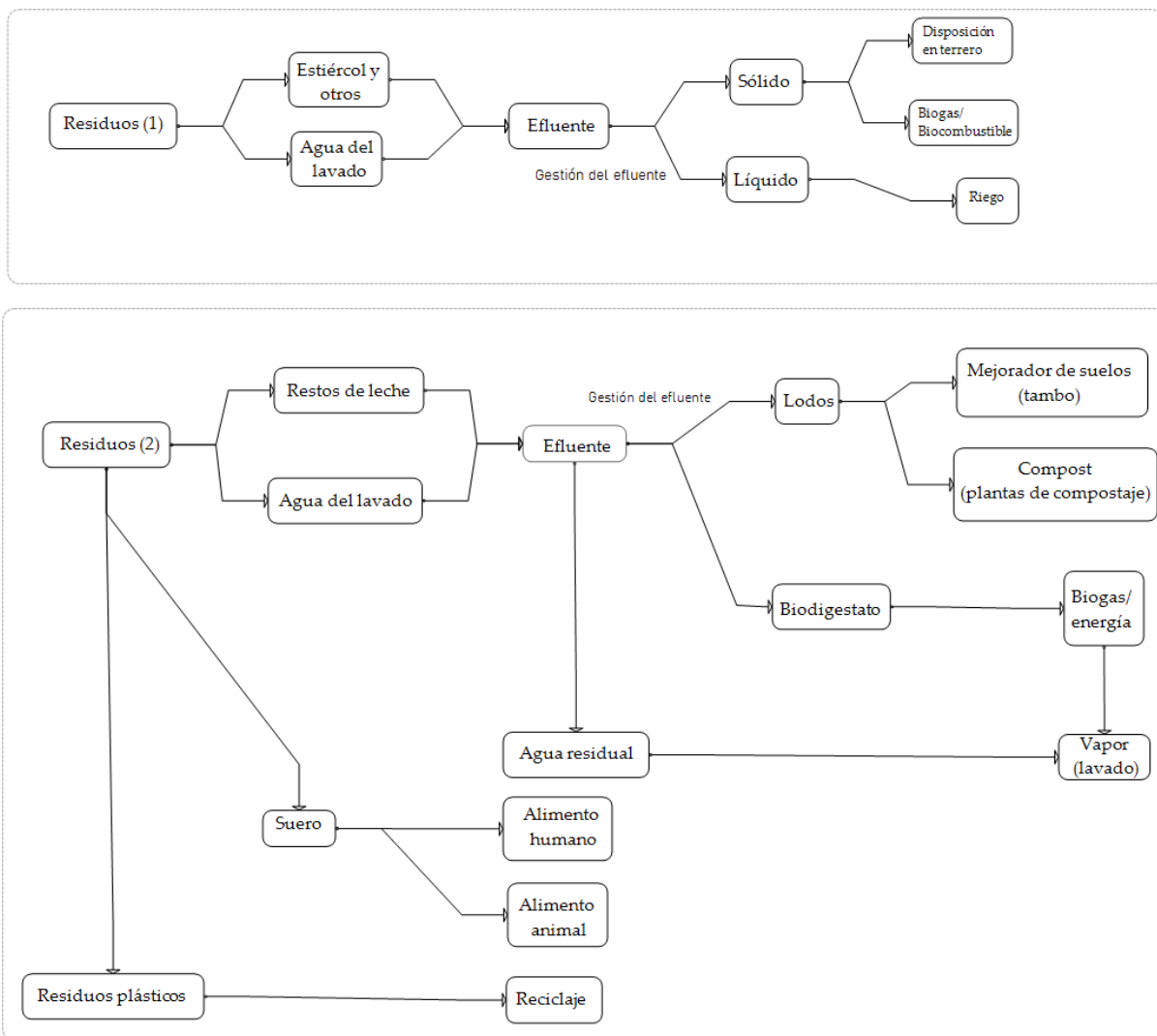
millones de litros (7 %) se pasteurizó para producir leche fluida y 1 932 millones de litros (93 %) se procesaron para producir otros productos lácteos.

Considerando el total de leche procesada, 1 389 millones de litros (67 %) se destinaron a la producción de leche en polvo, 534 millones de litros a la producción de queso (26 %), 92 millones de litros a la producción de leche UHT (4 %) y otros productos representan el resto (3 %), como la mantequilla y las grasas. A nivel del sistema, el 55 % del total de la leche se utilizó para producir leche en polvo en términos de litros de leche equivalente.

En cuanto al destino de los productos, considerando la cantidad total de leche procesada, el 69 % se destinó a la exportación y el 31 % restante al mercado nacional. De este total, una parte se vende a las industrias (por ejemplo, para producir queso, helado y productos de panadería). Los principales productos de exportación son la leche en polvo y el queso, mientras que, a nivel local, la leche fluida es el principal producto seguido del queso. La quesería artesanal está representada a través de la transformación predial, que es principalmente queso artesanal que abastece directamente al mercado local.

En la actualidad, no se importan productos para ser procesados en la industria láctea.

El consumo final se destina al consumo humano y, en menor medida, a la alimentación animal (por ejemplo, suero de leche). Algunos productos finales, como el queso, la leche en polvo y otros, pueden volver a transformarse en otros productos dentro de la industria láctea y en otras industrias.



Fuente: Elaborado por S. Polcaro (FAO)

Figura 6.2: Flujo cualitativo de subproductos de la producción de leche.

Fuente: elaborado por la autora S. Polcaro (FAO).

Según la CEPAL (Borges *et al.*, 2021), se generan 5,6 kg (base húmeda) de estiércol por vaca en ordeño por día en las explotaciones lecheras. En 2020, las vacas en ordeño (VO) ascendieron a 316 mil cabezas, por lo que se estiman unas 646 mil toneladas de estiércol, a nivel nacional. Este factor es consistente con las estimaciones realizadas por Emmer (2020). Una vaca en ordeño produce aproximadamente 0,3 kg de estiércol por litro de leche equivalente, según los datos de producción de 2020.

Las heces, la orina y otros productos, junto con el agua del lavado de la sala de ordeño, generan un efluente que debe ser tratado ya que contiene nutrientes que contaminan los cursos de agua. La gestión de los efluentes depende de la infraestructura del establecimiento, que puede ser de descarga directa (en el campo); sistema de lagunas con descarga en el campo o con una aplicación de residuos sólidos con criterios agronómicos; o biodigestor (Sena, 2021). Bajo el

supuesto de una gestión adecuada de los efluentes, los sólidos se separan de los líquidos y pueden ser reutilizados, por ejemplo, para generar energía a través de un biodigestor o como abono orgánico. Los líquidos también pueden utilizarse para el riego o el lavado. Por otro lado, también se genera suero como subproducto de la leche transformada en queso, que se utiliza como alimento para animales.

En la fase industrial también se generan residuos. Los principales residuos son los efluentes obtenidos del procesamiento de la leche, los lodos y los barros grasos. Según (Borges *et al.*, 2021), se generan 0,002 kg de lodos por cada litro de leche equivalente que se procesa en la industria. En la planta de Conaprole en Villa Rodríguez, que recibe la mayor parte de la remisión de esta industria, los efluentes son tratados en su totalidad. La mayor parte de los lodos son enviados a plantas de compostaje, y una menor proporción es deshidratada para ser transformada en abono orgánico para aportar nutrientes y materia orgánica a los tambos, generando un proceso circular. Actualmente, esta iniciativa, coordinada con la Facultad de Agronomía, se encuentra en una fase piloto, trabajando con un par de tambos experimentales y otros cercanos a la planta industrial, donde los productores reciben el abono orgánico y asesoramiento técnico para su manejo.

El efluente también se utiliza para producir energía térmica del biodigestor. Esta energía se utiliza para calentar el "agua de vaca" y producir vapor, que se utiliza principalmente en el lavado de máquinas industriales. El agua de vaca se genera en el proceso de producción de leche en polvo. Cuando la leche se evapora, el agua se extrae y se utiliza como agua de servicio para otros procesos de producción (lavado de tanques, vapor o agua helada) (Conaprole, 2020).

Por otro lado, el suero, estimado en 0,41 kg por litro de leche equivalente procesada para hacer queso (Borges *et al.*, 2021), se utiliza en la industria principalmente para la alimentación humana (desmineralizado, para producir galletas, chocolates y alimentos nutricionales). En los casos en que no se puede utilizar para el consumo humano, se procesa para el consumo animal y se exporta. Estos diferentes usos varían en función de la demanda. Por último, también se generan residuos de envases, que pueden ser reciclados en origen cuando el material lo permite.

Aunque la industria láctea genera grandes cantidades de subproductos que aún no se recuperan en su totalidad, todos ellos están clasificados como de bajo riesgo para el medio ambiente por la DINAMA (Decreto N°182/013).

6.2 Evaluación de los efectos de sostenibilidad

La industria láctea es un sector dinámico de la economía en términos de empleo y comercio exterior, así como para el abastecimiento del mercado local. La leche se produce en el 5 % del territorio nacional para alimentar a más de 20 millones de personas anualmente (INLAE, 2022). Igualmente, es la cadena de valor con los mayores ingresos de exportación por hectárea

y el séptimo exportador mundial de leche, que se distribuye en más de 60 mercados. Al mismo tiempo, el sector tiene una fuerte asociatividad. Las explotaciones entregan leche a la industria y reciben asistencia técnica y financiamiento, este vínculo es la base histórica del Uruguay lechero asociativo (INALE, 2021).

Hay 3 300 productores de leche, de los cuales el 73 % envía leche a la industria y el 27 % produce queso artesanal en la explotación. Se calcula que hay 20 000 personas vinculadas laboralmente, donde predomina el trabajo familiar. La alimentación del ganado se basa en el sistema de pastoreo al aire libre y existen garantías como la trazabilidad del 100 % del ganado registrado (INALE, 2021).

En síntesis, el análisis del flujo de material proporcionó información relevante para evaluar los efectos de la sostenibilidad en la bioeconomía. Normalmente, el producto principal se produce utilizando la mayor parte de un flujo de materiales de base biológica (en este caso, leche utilizada para leche en polvo). En consecuencia, al seleccionar un producto principal, se cubre una gran proporción de los efectos de la sostenibilidad del flujo de materiales (Schweinle *et al.*, 2020). El seguimiento y la evaluación de estos efectos contribuyen a identificar los motores del cambio en el camino hacia la agricultura sostenible.

Con este propósito, se realizó una selección de indicadores, agrupados en las tres dimensiones y vinculados con los ODS. La selección siguió el marco de *Progress Towards Sustainable Agriculture (PROSA)* (Ignaciuk, A. *et al.*, 2021) y *Guidance Note on Monitoring the Sustainability of the Bioeconomy at a country or macro-regional level* (FAO, 2021).

En primer lugar, se revisó la literatura y se recopilaron datos estadísticos. Se realizó un análisis de flujo de materiales y se realizaron entrevistas con expertos. Posteriormente, se convocó a un taller con expertos y partes interesadas para validar el Análisis de Flujo de Materiales y presentar la selección preliminar de indicadores para el monitoreo de la bioeconomía. Se llevó a cabo una segunda ronda de recolección de datos, análisis y entrevistas para la selección y medición de los indicadores. Por último, se realizaron fichas técnicas para cada indicador y se realizaron las mediciones para un período seleccionado. En el Cuadro 6.1, cada indicador se define bajo la dimensión que mejor describe el indicador (económica, social, ambiental o de gobernanza); la categoría refleja el área de impacto del indicador, basado en los principios y criterios aspiracionales para una bioeconomía sostenible (FAO, 2021); la descripción indica cómo se calcula el indicador; la unidad de medida es, en general, la unidad funcional; la frecuencia se refiere al período de tiempo propuesto para ser monitoreado; el vínculo con los ODS refleja cómo el indicador contribuye a los Objetivos de Desarrollo Sostenible; y la fuente indica la fuente de datos que, en general, es abierta y disponible.

| Dimensión | Categoría | Descripción | Unidad | Frecuencia | Vínculo con ODS | Fuente |
|----------------|----------------------------------|---|----------------------------|------------|-----------------|-----------|
| Socioeconómica | Valor agregado | Valor agregado en la industria/Litro de leche eq | USD/litro | Anual | 9.2.1 | BCU. DIEA |
| | Productividad | Litro de leche eq/vaca en ordeño | Litro/Cabeza | Anual | 2.3.1 | DIEA |
| | | Litro de leche eq/ha | Litro/Hectárea | Anual | | |
| | Estabilidad financiera | Evolución de los préstamos bancarios en USD/Litro de leche eq | USD/litro | Anual | 2.3.1 | DIEA |
| | Desarrollo económico | Evolución del precio al productor/Litro de leche eq | USD/litro | Anual | 2.3.2 | INALE |
| | | | Litros/día/remitente litro | Anual | | DIEA |
| Ambiental | Calidad de los suelos | Uso de fertilizantes sintéticos/Litro de leche | Kg/litro | Anual | 13.2.2 9.4.1 | INALE |
| | Eficiencia en el uso del recurso | Emisiones (producción)/Litro de leche eq | Gg CO ₂ e/litro | Anual | | OPYPA |

Cuadro 6.1: Indicadores socioeconómicos y ambientales para la leche

6.2.1 Indicadores socioeconómicos

Estos indicadores intentan reflejar el valor agregado y la productividad media a través de la producción por unidad de trabajo. Complementando este análisis, se propone un conjunto de indicadores para el desarrollo económico y el seguimiento de la estabilidad financiera ya que el acceso al crédito en el sector (primario e industrial) es particularmente relevante.

Valor agregado

El valor agregado de la industria se calcula como la relación entre el valor agregado de los productos lácteos en dólares y el total de litros de leche que se envían a las plantas industriales. El valor agregado está disponible en las estadísticas del BCU y el total de leche procesada en plantas industriales está disponible en el informe estadístico de DIEA. La figura 6.3 muestra la evolución del valor agregado en dólares y en términos de litros de leche. Este indicador está vinculado al ODS 9.2.1 “valor añadido del sector manufacturo en proporción al PIB y per cápita”.

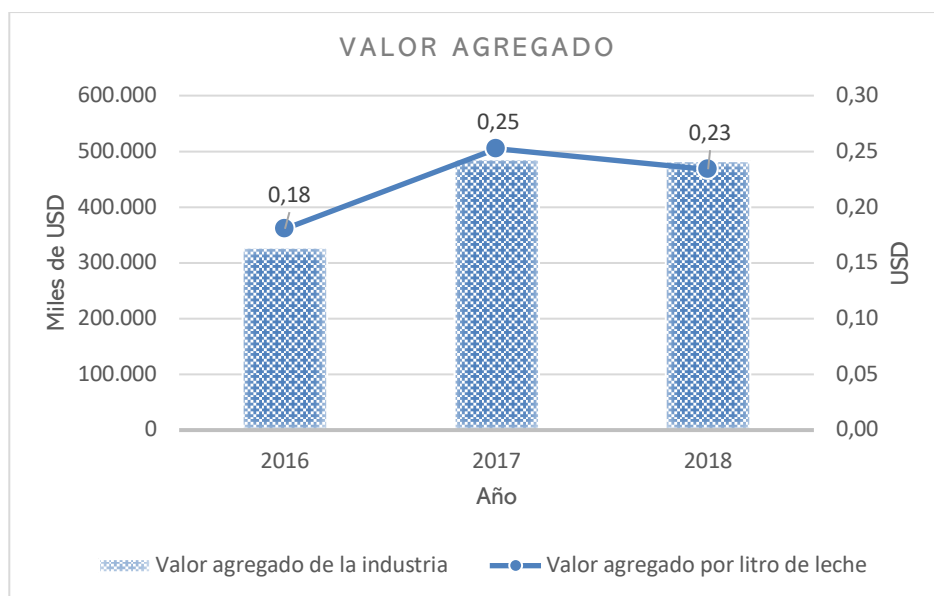


Figura 6.3: Valor agregado de los productos lácteos.

Fuente: elaborado por la autora S. Polcaro (FAO).

Productividad

La productividad media del sector lácteo se calcula como la relación entre la producción total de leche y las vacas en ordeño en un año, basado en las estadísticas de DIEA. Este indicador fue validado por el Plan Nacional de Adaptación (PNA-Agro). También se muestra la relación entre la producción total de leche y el uso de la tierra para este fin, considerando que se trata de una actividad productiva intensiva. Estos indicadores contribuyen al ODS 2.3.1 "volumen de producción por unidad de trabajo".

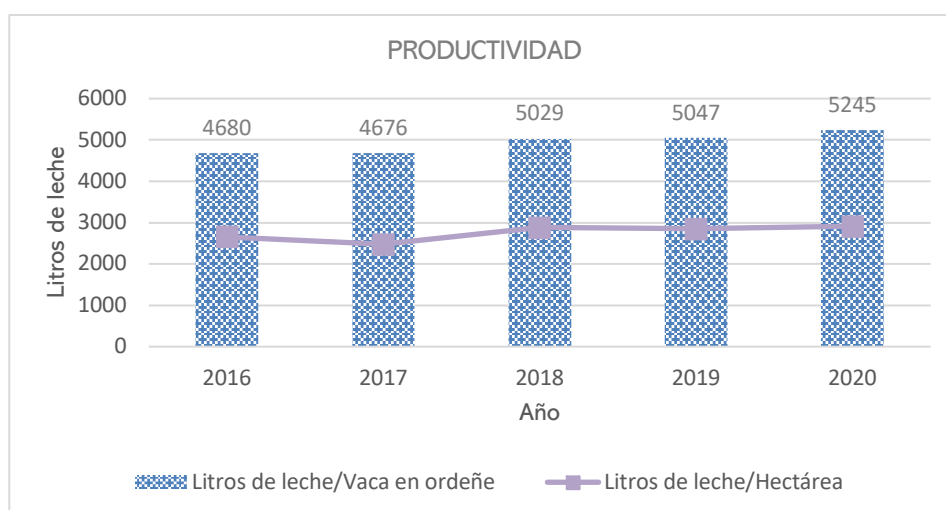


Figura 6.4: Productividad media en la fase primaria.

Fuente: elaborado por la autora S. Polcaro (FAO).

Como muestra la figura 6.4, la productividad media ha aumentado ligeramente en los últimos 5 años, bajo ambos indicadores. Sin embargo, se reconoce que esta medida, en promedio, no capta las diferentes productividades dentro de los modelos de producción en el sector lácteo. Una aproximación más profunda podría realizarse a través del análisis de la productividad total de los factores para un conjunto de explotaciones lecheras.

Estabilidad financiera

En cuanto a la estabilidad financiera, se propone un indicador para monitorear el financiamiento. Se define como la relación entre el total de préstamos en el sistema bancario para la producción lechera y el total de leche producida en un año. Los datos de la deuda financiera del sector primario y de la industria están disponibles en el anuario estadístico de DIEA. Además del crédito en el sistema bancario, los productores también utilizan líneas de crédito con las cooperativas a las que están vinculados, principalmente para financiar insumos de producción como piensos (semillas, suplementos) y fertilizantes. Este tipo de financiación no se refleja en este indicador.

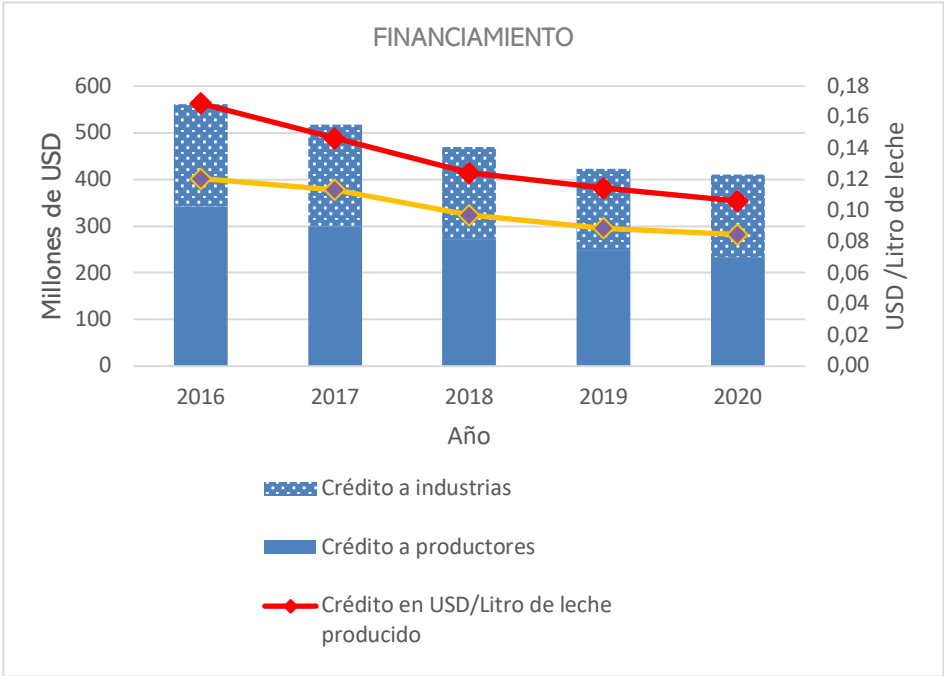


Figura 6.5: Financiamiento del sector lechero.

Fuente: elaborado por la autora S. Polcaro (FAO).

Como muestra la figura 6.5, la deuda financiera de los productores ha disminuido en los últimos años, así como la relación entre los créditos y la leche producida (línea roja), al igual que la deuda de la industria y la relación entre los créditos y la leche remitida a plantas industriales (línea amarilla). Esto se debe a que la deuda disminuyó y la producción de leche aumentó en el periodo considerado. En 2020, la deuda ascendía a 11 centavos de dólar por litro de leche producida.

La evaluación también concluye que se considera pertinente el seguimiento de la oferta y la demanda de seguros contra riesgos meteorológicos, como medida de mitigación de riesgos y resiliencia del sector ante los efectos adversos del clima. El PNA-Agro identificó esta necesidad y propuso un indicador que refleja el porcentaje de establecimientos lácteos que cuentan con un seguro climático.

Desarrollo económico

En la dimensión social, se propone un conjunto de indicadores vinculados al desarrollo económico: la evolución del precio del productor y los litros producidos por día por remitente, en promedio. Ambos están vinculados al ODS 2.3.2 "Ingresos medios de los pequeños productores de alimentos".

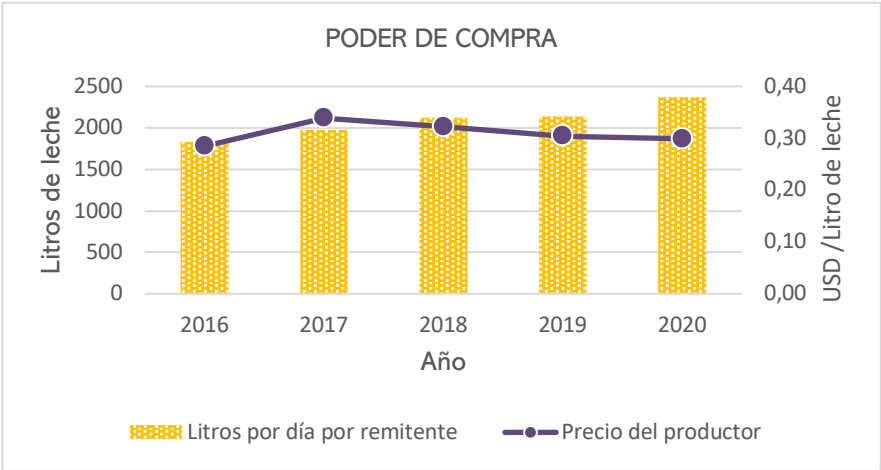


Figura 6.6: Poder de compra de la leche.

Fuente: elaborado por la autora S. Polcaro (FAO).

Como muestra la figura 6.6, la remisión por día y por remitente ha seguido una trayectoria ligeramente ascendente en los últimos cinco años, por lo que, aunque el precio recibido por los productores se ha mantenido casi constante en los últimos 3 años, el aumento de la producción de leche contrarresta este efecto, manteniendo el poder adquisitivo.

Por otro lado, sería relevante analizar en qué medida la incorporación de nuevas tecnologías o el asesoramiento profesional contribuye al incremento de la producción sostenible. La encuesta lechera 2020 (INALE, 2021) relevó datos de las explotaciones que recibieron asistencia técnica, y existen agrupaciones de productores, cuyo objetivo es ayudar a los productores a mejorar los resultados económicos y financieros de sus empresas, en función de los recursos disponibles.

Asimismo, se enfatiza la relevancia de la producción familiar. Una explotación lechera media tiene 150 vacas en ordeño, 250 hectáreas y produce 18 litros de leche por vaca por día, caracterización predominantemente familiar (INALE, 2021). Según la DGDR, en 2020 había

2 170 explotaciones familiares, que representaban aproximadamente el 66 % del total de explotaciones en ese año.

6.2.2 Indicadores ambientales

A nivel ambiental, los especialistas entrevistados y la bibliografía consultada coinciden en que el sector se enfrenta a retos relacionados principalmente con la gestión de los efluentes, el balance de nutrientes del suelo y las emisiones de GEI. De ahí que la evaluación se centre en estos tres impactos.

En las explotaciones lecheras, el estiércol se retira en forma líquida de las salas de ordeño y requiere un tratamiento, que normalmente tiene lugar en lagunas abiertas, lo que provoca emisiones de gas metano procedentes de la digestión anaeróbica natural. La normativa actual exige que los efluentes sean tratados antes de su vertido. Las explotaciones más grandes han sido proactivas o han cumplido con los requisitos obligatorios. Sin embargo, las explotaciones más pequeñas tienen una capacidad de inversión limitada. Además, las principales explotaciones lecheras se encuentran en la cuenca del río Santa Lucía, que suministra agua potable al 60 % de la población del país (Achkar, 2012). Por lo tanto, la gestión de los efluentes es una de las principales preocupaciones ambientales a nivel nacional. En este sentido, el MGAP incorporó los Planes de Lechería Sostenible (PLS), herramienta para la conservación de los recursos naturales, donde los productores, asesorados por técnicos autorizados, elaboran y presentan un plan anual que consiste en 1) determinar una rotación o sucesión de cultivos asociados a los productos lácteos en cada unidad de producción que no genere pérdidas de suelo por erosión por encima de la tolerancia para ese suelo, 2) una declaración del manejo de la fertilización química y orgánica para controlar el nivel de fósforo en el suelo, y 3) una declaración del sistema de manejo de efluentes del tambo. Asimismo, el proyecto de Circularidad de Nutrientes en las explotaciones lecheras, promovido por Biovalor (MIEM, 2020c) en coordinación con la Universidad de la República y los institutos nacionales de investigación y técnicos, es otro ejemplo de los esfuerzos que se han realizado a nivel nacional; ejecutando proyectos técnicos e innovadores para un mejor manejo.

El balance de nutrientes se estima como la diferencia entre la cantidad de nutrientes que entran y salen de un sistema de producción definido en el espacio y en el tiempo; y se considera un buen indicador del impacto de la producción ganadera en el flujo de nutrientes, considerando que la evaluación del balance de nutrientes contribuye a la comprensión integral del sistema de producción (Tieri *et al.*, 2013).

En cuanto a las emisiones de GEI, el Primer Estudio de la Huella de Carbono de tres cadenas agroexportadoras uruguayas (2013), que incluye al sector lácteo, concluye que el 88,1 % de las emisiones de GEI de la leche (leche entera en polvo envasada) corresponden a la fase primaria de producción (Becoña, 2013). Según (Astigarraga y Picasso, 2011) las principales fuentes de GEI a nivel predial son el metano producido por la fermentación ruminal de la fibra

(fermentación entérica) y por la gestión del estiércol, el óxido nitroso por la gestión del estiércol y el uso de fertilizantes y las emisiones de dióxido de carbono relacionadas con el uso de combustibles y el uso de electricidad.

En 2021 el gobierno conformó un Equipo Técnico Interinstitucional sobre la huella ambiental de los sistemas de producción ganadera, donde uno de los objetivos es calcular la huella de carbono de la producción de carne y leche, dispuesto a presentar los resultados en 2022. Además, durante la última cumbre mundial del clima COP 26, Uruguay se adhirió al “Compromiso Mundial del Metano”, una asociación mundial que tiene como objetivo limitar las emisiones de metano en un 30 % en 2030 en comparación con los niveles de 2020.

Asimismo, Uruguay ha realizado esfuerzos para la elaboración de las Cuentas Económicas Ambientales que integran información sobre emisiones, uso de agua y energía, uso de plaguicidas y nutrientes (Román y Visentín 2021).

A partir de la información disponible, se proponen indicadores para la fase primaria e industrial. En la fase primaria, el objetivo es analizar los principales desafíos del sector, relacionados con el balance de nutrientes, la gestión de efluentes y las emisiones de GEI. Por otro lado, en el sector industrial, el objetivo es monitorear la eficiencia en el uso de recursos, como el agua y la energía. A pesar de que este estudio considera únicamente la información proporcionada por Conaprole en su memoria anual, esta cooperativa procesa la mayor parte de la leche enviada a las plantas industriales, por lo que su análisis es relevante por volumen.

Uso del suelo

Según los datos facilitados por la DGRN, la superficie lechera con Planes de Lechería Sostenible (PLS) en la cuenca del río Santa Lucía, para la que la normativa es obligatoria, asciende al 69 % en mayo de 2021. Si se considera la superficie lechera nacional, el porcentaje baja al 26 %. Sin embargo, tener un PLS aprobado no garantiza necesariamente una gestión eficiente de los efluentes. Según (Baraldo, Emmer y Costa, 2020), los establecimientos con PLS pueden clasificarse según la gestión realizada. Esta desagregación es útil para analizar la disyuntiva entre generar cero descargas a los cursos de agua y realizar una gestión de efluentes que contribuya a la reducción de las emisiones de GEI, generadas en las piletas abiertas a partir de la descomposición anaeróbica de la materia. En este sentido, sólo el 7 % de las explotaciones cuenta con un separador de sólidos y menos del 1 % con un biodigestor para transformar estos sólidos en energía. Cabe mencionar que una de las medidas de la Contribución Nacional Determinada para el Acuerdo de París está vinculada a las buenas prácticas de gestión de efluentes en el sector lechero y, por lo tanto, se considera pertinente su seguimiento.

En lo que respecta a los cambios en el uso de la tierra y la calidad del suelo, se propone un indicador vinculado al uso de fertilizantes sintéticos como aproximación al balance de nutrientes. Los datos disponibles de la Encuesta Lechera 2020 (INALE, 2021) se encuentran

expresados en términos de kg aplicados por hectárea de rotación; a los efectos del indicador, también se exponen en términos de kg/litro de leche producida.

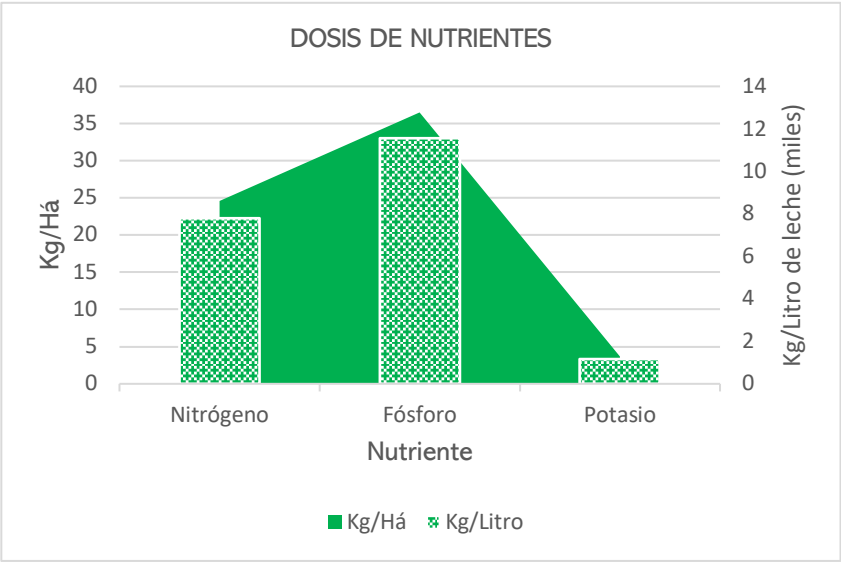


Figura 6.7: Uso de fertilizantes sintéticos.

Fuente: elaborado por la autora S. Polcaro (FAO).

Emisiones GEI

Las estimaciones de las emisiones se realizan para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) y están disponibles para su consulta. Los inventarios de GEI se elaboran para el sector AFOLU en general y están desagregados para ganadería, que incluye el ganado vacuno y lechero. La figura 6.8 describe el total de las emisiones de GEI en términos de Gg de CO equivalente (AR2 100) considerando las emisiones de metano procedentes de la fermentación entérica de las vacas en ordeño, y las emisiones directas e indirectas de metano y óxido nitroso procedentes de la gestión del estiércol y del suelo, desde 2016 hasta 2019. El coeficiente de emisiones totales por vaca lechera es de 0,0033 Gg de CO₂e.

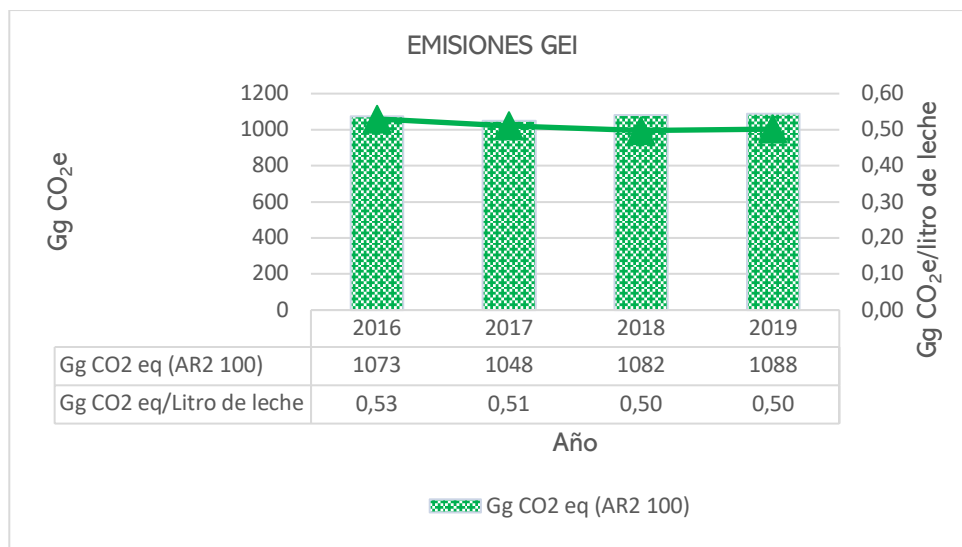


Figura 6.8: Emisiones de GEI en la producción de leche.

Fuente: elaborado por la autora S. Polcaro (FAO).

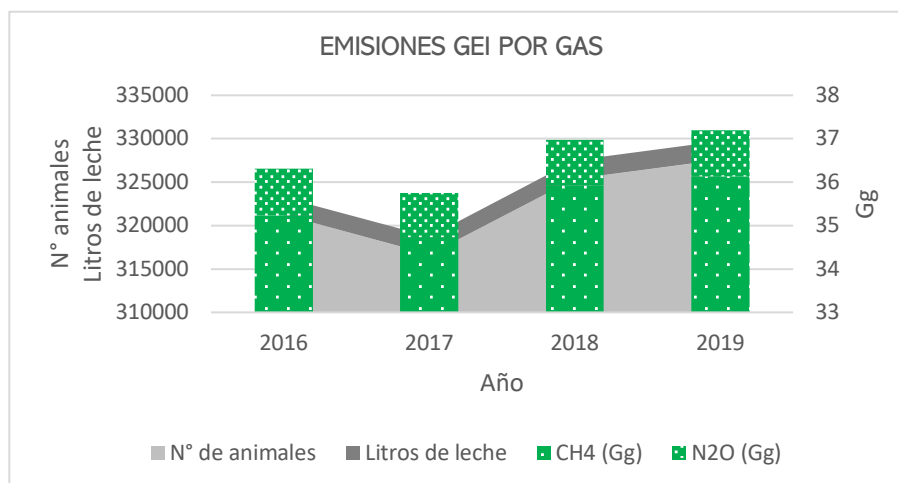


Figura 6.9: Emisiones de GEI por gas.

Fuente: elaborado por la autora S. Polcaro (FAO).

Según un estudio de Agresearch (2020), los productores de leche de Uruguay son los segundos del mundo en cuanto a huella de carbono más baja. En el caso de Uruguay, el promedio es de 0,85 kg de CO₂e por kg de FPCM (leche corregida por grasa y proteína). Actualmente Uruguay está elaborando su propia Huella de Carbono para diversos productos agrícolas y los primeros resultados se publicarían en 2022.

A nivel industrial, Conaprole calcula la huella de carbono de alcance 1, 2 y 3. Las emisiones de carbono de alcance 1 son las derivadas de los procesos de combustión fija y se estiman en 98 kg CO₂/m³ de leche en 2020.

6.3 Fuente de datos

Para el análisis del flujo de materiales, la principal fuente de datos fue el boletín estadístico (DIEA, 2021). Para el análisis de los efectos de la sostenibilidad, se consultó a los siguientes expertos: Ec. Natalia Barboza, Ec. Juan Baraldo, Ec. Natalia Román, Ec. Angela Cortelezzi, Ec. Carolina Balian e Ing. Agr. Nicolás Costa de OPYPA; Ec. Francisco Rostan de INALE; Lic. Victoria Fontan de DIEA; Ing. Agr. Santiago Fariña, director del Programa Nacional de Investigación en Producción de Leche de INIA; Ec. Laura Piedrabuena, consultora de la FAO, Ing. Agr. Federico García de la Universidad de la República y los expertos Cynthia Lima y Ec. Guillermo Sena. Para el análisis de los subproductos se consideró la consultoría de la CEPAL (Borges *et al.*, 2021), el Proyecto Biovalor (MIEM, 2020) y el Informe Anual de Conaprole (2020). Para la construcción de los indicadores se consideraron las estadísticas de (DIEA, 2021) y del Sistema de Cuentas Nacionales; también se utilizó información de la Dirección General de Recursos Naturales (DGRN), los resultados de la Encuesta Lechera de (INALE, 2021), el Plan Nacional de Adaptación PNA-Agro y los indicadores propuestos por la FAO en el documento "Midiendo el progreso hacia la agricultura sostenible" (Tubiello *et al.*, 2021), que establece un marco para la evaluación de la sostenibilidad alineado con los ODS (PROSA). Todos los documentos y artículos consultados se citan en la bibliografía.

6.4 Limitaciones y vacíos de información

Las estadísticas oficiales están disponibles y se recogen de forma regular y consistente. Se considera que el sector cuenta con especialistas e instituciones de gestión de la información que garantizan la accesibilidad de los datos para la estrategia de seguimiento y evaluación de la sostenibilidad de la bioeconomía. La trazabilidad del ganado garantiza los datos del ciclo de vida. Los datos de residuos y subproductos podrían mejorarse a través de estimaciones (Fariña, 2016).

6 Results of monitoring material flow of dairy in Uruguay

6.1 Material flow analysis

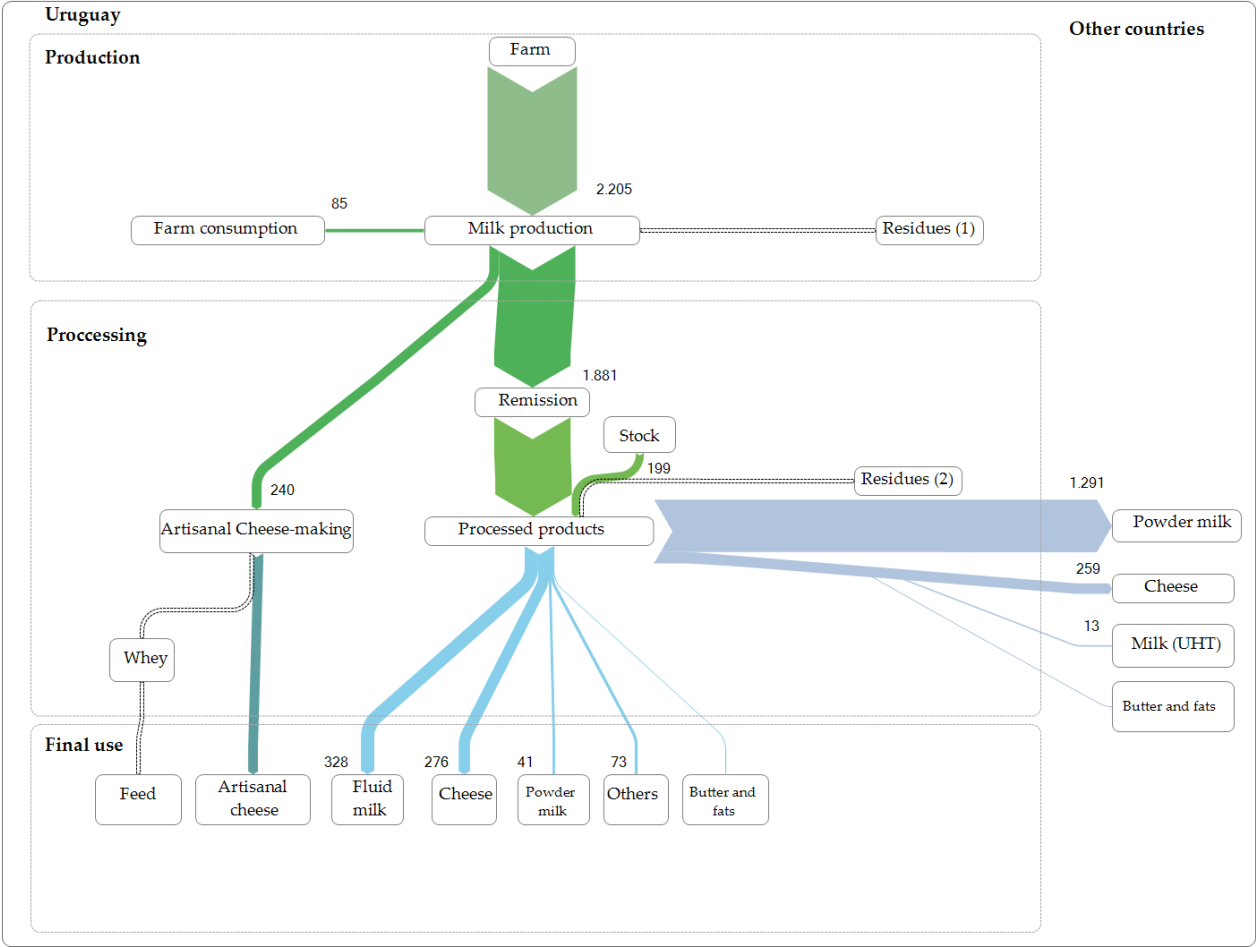


Figure 6.1: Material flow of milk powder in litres of milk equivalent for 2020.

Source: prepared by the author S. Polcaro (FAO).

The limits of the system include the annual production of milk and by-products at the national level. The product selected for analysis is milk powder, which is obtained by dehydrating pasteurized milk. This case includes whole and skim milk powder.

Milk powder is a product of great importance to the sector, in several aspects. In 2020, 147 million litres of whole milk powder (WMP) and 21 million litres of skim milk powder (SMP) were produced, which together accounted for 73 percent of total turnover revenues and 65 percent of foreign exchange earnings (considering only WMP). The main export markets are Algeria and Brazil (INALE, 2021).

The material flow is divided into three phases: production, which begins with the extraction of the milk at the dairy farm until it is sent to the processing plant; the industrial phase, which includes the transformation of the raw material by the dairy industries and the processing industries that process dairy products; and the final phase, in which the processed products are obtained. The volume exported is also estimated.

Inputs such as water, energy and the use of pesticides and fertilizers are not included in the flow, although they are considered in the sustainability assessment when data is available. On the other hand, system outputs, such as waste and by-products derived from production, are analysed separately (Figure 6.2), while GHG emissions are also considered in the assessment.

The functional unit is the "milk equivalent" or milk equivalent unit, which is defined as the quantity of liquid milk used in a processed milk product. This measure allows dairy products to be considered in the same unit for comparison and aggregation. For this purpose, conversion factors are used for each product, depending on the quantity of milk used for its production. The conversion factor depends on the composition of the milk and this, in turn, depends on different variables such as animal species, type of milking, stage of lactation and feeding. Uruguayan milk has a composition of 3.75 percent fat and 3.43 percent protein (DIEA, 2020). As an example, the conversion factor for whole milk powder is 7.87, which means that 7.87 litres of fluid milk are required to produce 1 litre of whole milk powder. In contrast, the conversion coefficients for creams, butter and whey are zero, since they are considered by-products of whole milk and, therefore, no additional milk is required for their production. For this work, the conversion coefficients calculated by INALE, on which the DIEA data are based, have been used.

According to DIEA, at the national level and in 2020, 2 250 dairy production units sent milk to processing plants. The number of milking cows amounted to 749 thousand head and the dairy activity directly occupied 746 thousand hectares. The milk processing industry consisted of 49 companies and 3 221 workers who produced dairy products from raw milk. According to the Fondo de Financiamiento y Desarrollo Sustentable de la Actividad Láctea (FFDSAL), the three main industries captured 85 percent of the milk processed at the industrial level. Conaprole is the main industry in the country, capturing 72 percent of milk (INALE, 2021).

With this structure, the sector produced 2 205 million litres of milk that year. It is estimated that 85 million litres (3.8 percent) of this production were consumed on the dairy farm and 240 million litres (10.8 percent) were processed on the farm. The remaining 1 881 million litres (85 percent) were sent to industrial plants. Once there, the milk is processed: 146 million litres (7 percent) were pasteurized to produce fluid milk and 1 932 million litres (93 percent) were processed to produce other dairy products.

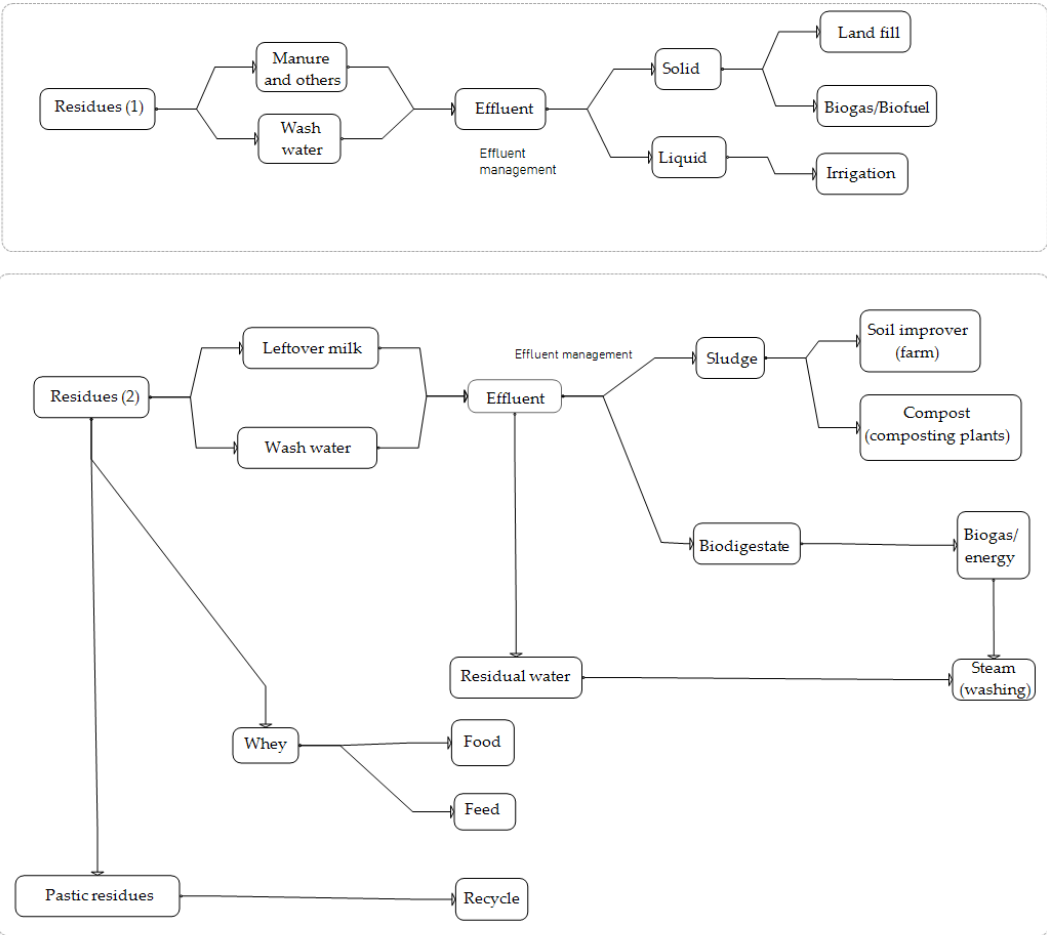
Considering total milk processed, 1 389 million litres (67 percent) were used to produce milk powder, 534 million litres to produce cheese (26 percent), 92 million litres to produce UHT milk (4 percent) and other products represent the rest (3 percent), such as butter and fats. At

the system level, 55 percent of the total milk was used to produce milk powder in terms of litres of milk equivalent.

Regarding the destination of the products, considering the total amount of milk processed, 69 percent was destined for export and the remaining 31 percent for the domestic market. Of this total, a portion is sold to industries (for example, to produce cheese, ice cream and bakery products). The main export products are powdered milk and cheese, while locally, fluid milk is the main product, followed by cheese. Artisanal cheesemaking is represented through farm processing, which is mainly artisanal cheese that directly supplies the local market.

At present, no products are imported for processing in the dairy industry.

Final consumption is for human consumption and, to a lesser extent, for animal feed (e.g. whey). Some final products, such as cheese, milk powder and others, maybe reprocessed into other products within the dairy industry and in other industries.



Source: Elaborated by S. Polcaro

Figure 6.2: Qualitative flow of milk by-products.

Source: prepared by the author S. Polcaro (FAO).

According to ECLAC (Borges *et al.*, 2021), 5.6 kg (wet basis) of manure is generated per milking cow per day on dairy farms. In 2020, cows in milking (VO) amounted to 316 thousand head, so an estimated 646 thousand tonnes of manure, nationally. This factor is consistent with estimates made by Emmer (2020). A milking cow produces approximately 0.3 kg of manure per litre of milk equivalent, according to 2020 production data.

Faeces, urine and other products, together with the water from the milking parlour wash, generate an effluent that must be treated since it contains nutrients that contaminate watercourses. Effluent management depends on the establishment's infrastructure, which can be direct discharge (in the field); lagoon system with discharge in the field or with a solid waste application with agronomic criteria; or biodigester (Sena, 2021). Under the assumption of proper effluent management, solids are separated from liquids and can be reused, for example, to generate energy through a biodigester or as organic fertilizer. The liquids can also be used for irrigation or washing. Whey is also generated as a by-product of the milk transformed into cheese, which is used as animal feed.

Waste is also generated in the industrial phase. The main wastes are effluents from milk processing, sludge and fatty sludge. According to (Borges *et al.*, 2021), 0.002 kg of sludge is generated for each litre of milk equivalent processed in the industry. At the Conaprole plant in Villa Rodríguez, which receives most of the remission from this industry, the effluents are treated in their entirety. Most of the sludge is sent to composting plants, and a smaller proportion is dehydrated to be transformed into organic fertilizer to provide nutrients and organic matter to the dairy farms, generating a circular process. Currently, this initiative, coordinated with the Faculty of Agronomy, is in a pilot phase, working with a couple of experimental dairy farms and others near the industrial plant, where producers receive organic fertilizer and technical advice on its management.

The effluent is also used to produce thermal energy from the biodigester. This energy is used to heat the "cow water" and produce steam, which is mainly used in the washing of industrial machines. Cow water is generated in the milk powder production process. When the milk evaporates, the water is extracted and used as service water for other production processes, such as (tank washing, steam or ice water) (Conaprole, 2020).

On the other hand, whey, estimated at 0.41 kg per litre of milk equivalent processed to make cheese (Borges *et al.*, 2021), is used in the industry mainly for human food (demineralized, to produce cookies, chocolates and nutritional foods). In cases where it cannot be used for human consumption, it is processed for animal consumption and exported. These different uses vary according to demand. Finally, packaging waste is also generated, which can be recycled at the source when the material permits.

Although the dairy industry generates large quantities of by-products that are not yet fully recovered, they are all classified as low risk to the environment by DINAMA (Decree No. 182/013).

6.2 Assessment of sustainability effects

The dairy industry is a dynamic sector of the economy in terms of employment and foreign trade, as well as supplying the local market. Milk is produced in 5 percent of the national territory to feed more than 20 million people annually (INALE, 2021). It is also the value chain with the highest export revenues per hectare and the seventh-largest exporter of milk in the world, which is distributed in more than 60 markets. At the same time, the sector has strong associativity. Farms deliver milk to the industry and receive technical assistance and financing; this link is the historical basis of associative dairy in Uruguay (INALE, 2021).

There are 3 300 dairy farmers, 73 percent of whom send milk to the industry and 27 percent produce artisanal cheese on the farm. It is estimated that 20 000 people are working at farm level, with a predominance of family labour. Livestock feeding is based on the open-air grazing system and there are guarantees such as the traceability of 100 percent of registered cattle (INALE, 2021).

In summary, the material flow analysis provided relevant information to assess the effects of sustainability on the bioeconomy. Typically, the main product is produced using most of a bio-based material flow (in this case, milk used for milk powder). Consequently, when selecting the main product, a large proportion of the sustainability effects of the material flow are covered (Schweinle *et al.*, 2020). Monitoring and assessing these effects helps to identify drivers of change on the path to sustainable agriculture.

For this purpose, a selection of indicators was made, grouped into the three dimensions and linked to the SDGs. The selection followed the framework of *Progress Towards Sustainable Agriculture (PROSA)* (Ignaciuk, *et.al.*, 2021) and *Guidance Note on Monitoring the Sustainability of the Bioeconomy at a country or macro-regional level* (FAO, 2021).

First, the literature was reviewed and statistical data were collected. A material flow analysis was performed and interviews with experts were conducted. Subsequently, a workshop was convened with experts and stakeholders to validate the material flow analysis and present the preliminary selection of indicators for monitoring the bioeconomy. The second round of data collection, analysis and interviews was carried out for the selection and measurement of indicators. Finally, data sheets were prepared for each indicator and measurements were made for a selected period. In table 6.1, each indicator is defined under the dimension that best describes the indicator (economic, social, environmental or governance); the category reflects the indicator's area of impact, based on the aspirational principles and criteria for a sustainable boeconomy (FAO, 2021); the description indicates how the indicator is calculated; the unit of measurement is generally the functional unit; the frequency refers to the proposed period to be monitored; the link to the SDGs reflects how the indicator contributes to the Sustainable Development Goals; and the source indicates the data source, which is generally open and available.

| Dimension | Category | Description | Unit | Frequency | Link to SDGs | Source |
|----------------------|------------------------------------|--|----------------------------|-----------|-----------------|--------------|
| Socioeconomic | Value added | Value added in the industry/Litre of milk eq. | USD/litre | Annual | 9.2.1 | BCU. DIEA |
| | Productivity | Litre of milk eq/cow in milking | Litre/Head | Annual | 2.3.1 | DIEA |
| | | Litre of milk eq/ha | Litre/Hectare | Annual | | |
| | Financial stability | Evolution of bank loans in USD/litre of milk eq. | USD/litre | Annual | 2.3.1 | DIEA |
| | Economic development | Evolution of producer price/litre of milk eq. | USD/litre | Annual | 2.3.2 | INALE |
| Litres/day/remitting | | litre | Annual | DIEA | | |
| Environmental | Soil quality | Use of synthetic fertilizers/Litre of milk | Kg/litre | Annual | 13.2.2 9.4.1 | INALE |
| | Efficiency in the use of resources | Emissions (production)/Litre of milk eq | Gg CO ₂ e/litre | Annual | | OPYPA |

Table 6.1: Quantified socioeconomic and environmental indicators for milk.

6.2.1 Socioeconomic indicators

These indicators attempt to reflect the value added and average productivity through output per unit of labour. Complementing this analysis, a set of indicators for economic development and financial stability monitoring is proposed, since access to credit in the sector (primary and industrial) is particularly relevant.

Value added

Industry value added is calculated as the ratio of the value added of dairy products in USD to the total litres of milk shipped to industrial plants. Value added is available in BCU statistics and total milk processed in industrial plants is available in the DIEA statistical report. Figure 6.3 shows the evolution of value added in USD and in terms of litres of milk. This indicator is linked to SDG 9.2.1 "manufacturing sector value added as a share of GDP and per capita".

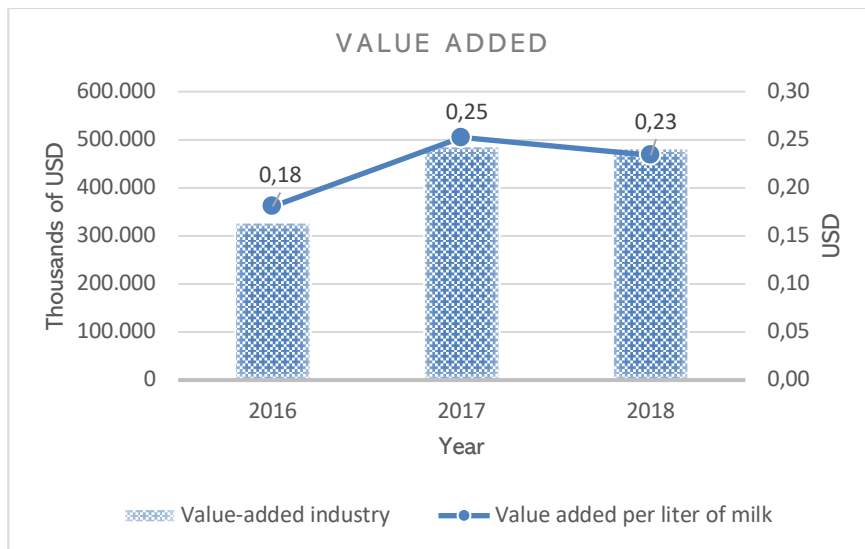


Figure 6.3: Value added of dairy products.

Source: prepared by the author S. Polcaro (FAO).

Productivity

The average productivity of the dairy sector is calculated as the ratio between total milk production and milking cows (including the cows that are being prepared for milking) in a year, based on DIEA statistics. This indicator was validated by the National Adaptation Plan (PNA-Agro). It also shows the relationship between total milk production and land use for this purpose, considering that this is an intensive productive activity. These indicators contribute to SDG 2.3.1 "volume of production per unit of labour".

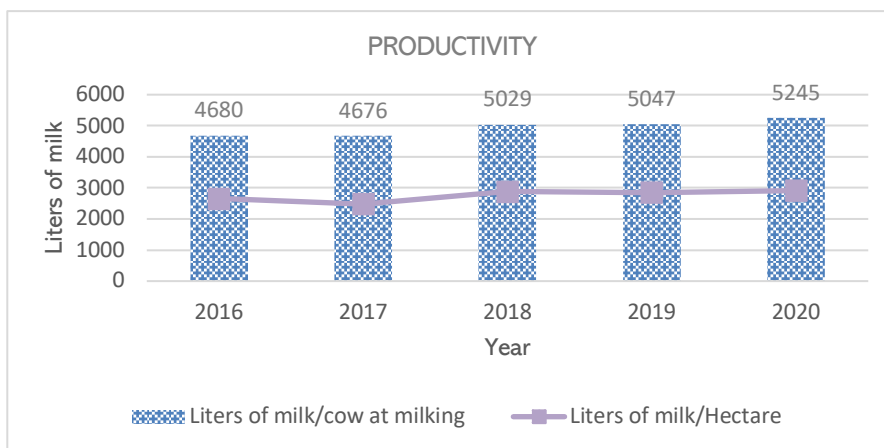


Figure 6.4: Average productivity in the primary phase.

Source: prepared by the author S. Polcaro (FAO).

As Figure 6.4 shows, average productivity has increased slightly over the last five years under both indicators. However, it is recognized that this measure, on average, does not capture the different productivities within production models in the dairy sector. A more in-depth approach could be made through the analysis of total factor productivity for a set of dairy farms.

Financial stability

Regarding financial stability, an indicator is proposed to monitor the financing. It is defined as the ratio of total loans in the banking system for dairy production to total milk produced in a year. Data on the financial debt of the primary sector and the industry are available in DIEA's statistical yearbook. In addition to credit in the banking system, producers also use lines of credit with the cooperatives to which they are linked, mainly to finance production inputs such as feed (seeds, supplements) and fertilizers. This type of financing is not reflected in this indicator.

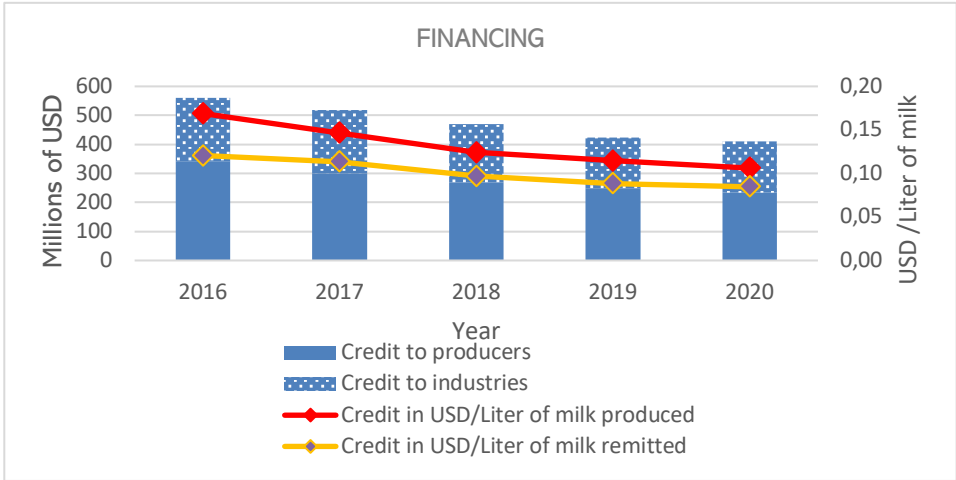


Figure 6.5: Dairy sector financing.

Source: prepared by the author S. Polcaro (FAO).

As Figure 6.5 shows, producers' financial debt has decreased in recent years, as has the ratio of loans to milk produced (red line), as has industry debt and the ratio of loans to milk sent to industrial plants (yellow line). This is because debt decreased and milk production increased in the period considered. In 2020, the debt amounted to 11 cents per litre of milk produced.

The evaluation also concludes that the monitoring of the supply and demand of insurance against weather risks is considered relevant as a risk mitigation and resilience measure for the sector in the face of adverse weather effects. The NAP-Agro identified this need and proposed an indicator that reflects the percentage of dairy farms that have weather insurance.

Economic development

In the social dimension, a set of indicators linked to economic development is proposed: the evolution of the producer price and the litres produced per day per shipper, on average. Both are linked to SDG 2.3.2 "Average income of small food producers".

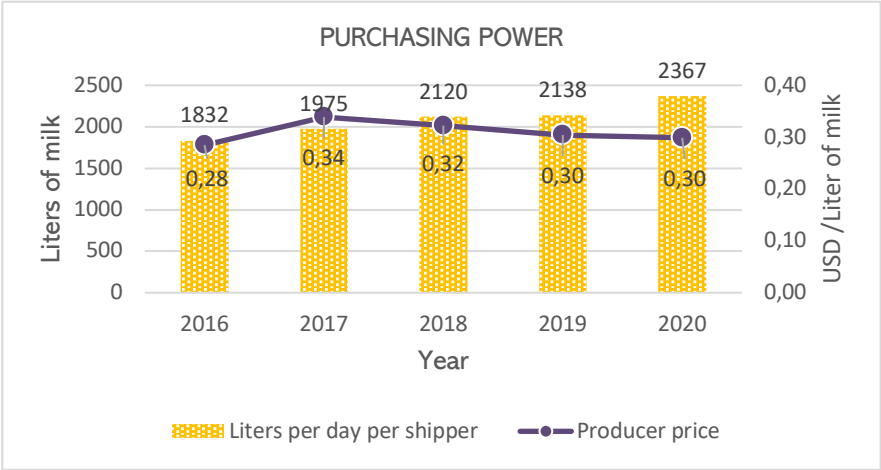


Figure 6.6: Purchasing power of milk.
 Source: prepared by the author S. Polcaro (FAO).

As Figure 6.6 shows, referral per day and shipper has followed a slightly upward trajectory over the last five years, so although the price received by producers has remained almost constant over the last three years, the increase in milk production counteracts this effect, maintaining purchasing power.

On the other hand, it would be relevant to analyse to what extent the incorporation of new technologies or professional advice contributes to the increase of sustainable production. The dairy survey (2020) collected data from farms that received technical assistance, and there are producer groups whose objective is to help producers improve the economic and financial results of their businesses, according to the resources available.

Likewise, the relevance of family production is emphasized. An average dairy farm has 150 milking cows, on 250 hectares and produces 18 litres of milk per cow per day, a predominantly family characterization (INALE, 2021). According to the DGDR, in 2020 there were 2 170 family farms, representing approximately 66 percent of the total number of farms in that year.

6.2.2 Environmental indicators

At the environmental level, the specialists interviewed and the literature consulted agree that the sector faces challenges mainly related to effluent management, soil nutrient balance and GHG emissions. Hence, the assessment focuses on these three impacts.

On dairy farms, manure is removed in liquid form from milking parlours and requires treatment, which normally takes place in open lagoons, resulting in methane gas emissions from natural anaerobic digestion. Current regulations require that effluent be treated before discharge. Larger farms have been proactive or compliant with mandatory requirements. However, smaller farms have limited investment capacity. In addition, the major dairy farms are located in the St. Lucia River watershed, which supplies drinking water to 60 percent of the country's population (Achkar, 2012). Therefore, effluent management is one of the main environmental concerns at the national level. In this sense, the MGAP incorporated the Sustainable Dairy Plans (PLS), a tool for the conservation of natural resources for producers and technical advisors for the production. The plans consist of: 1) determining a rotation or succession of crops associated with dairy products in each production unit that does not generate soil losses due to erosion above the tolerance for that soil; 2) a statement of the management of chemical and organic fertilization to control the level of phosphorus in the soil; and 3) a statement of the dairy farm's effluent management system. Likewise, the Nutrient Circularity project in dairy farms, promoted by Biovalor in coordination with the University of the Republic and national research and technical institutes, is another example of the efforts that have been made at the national level; executing technical and innovative projects for better management.

Nutrient balance is estimated as the difference between the amount of nutrients entering and leaving a production system defined in space and time; and it is considered a good indicator of the impact of livestock production on nutrient flow, considering that the evaluation of nutrient balance contributes to the integral understanding of the production system (Tieri *et al.*, 2013).

Regarding GHG emissions, the First Carbon Footprint Study of three Uruguayan agro-export chains (2013), which includes the dairy sector, concludes that 88.1 percent of GHG emissions from milk (packaged whole milk powder) correspond to the primary production phase (Becoña, 2013). According to (Astigarraga and Picasso, 2011), the main sources of GHG at the farm level are methane produced by rumen fermentation of fibre (enteric fermentation) and by manure management, nitrous oxide from manure management and fertilizer use, and carbon dioxide emissions related to fuel use and electricity use.

In 2021 the government formed an Inter-Institutional Technical Team on the environmental footprint of livestock production systems, where one of the objectives is to calculate the carbon footprint of meat and milk production, ready to present the results in 2022. In addition, during the COP 26 climate conference, Uruguay adhered to the "Global Methane Commitment", a global partnership that aims to limit methane emissions by 30 percent in 2030 compared to 2020 levels.

Uruguay has also made efforts to prepare Environmental Economic Accounts that integrate information on emissions, water and energy use, pesticide and nutrient use (Román and Visentín, 2021).

Based on the available information, indicators are proposed for the primary and industrial phases. In the primary phase, the objective is to analyse the main challenges of the sector, related to nutrient balance, effluent management and GHG emissions. On the other hand, in the industrial sector, the objective is to monitor efficiency in the use of resources, such as water and energy. Although this study considers only the information provided by Conaprole in its annual report, this cooperative process most of the milk sent to the industrial plants, so its analysis is relevant in terms of volume.

Land use

According to data provided by the DGRN, the dairy area with Sustainable Dairy Plans (PLS) in the St. Lucia River basin, for which the regulation is mandatory, amounts to 69 percent in May 2021. If the national dairy area is considered, the percentage drops to 26 percent. However, having an approved PLS does not necessarily guarantee efficient effluent management. According to (Baraldo, Emmer and Costa, 2020), establishments with PLS can be classified according to the management performed. This disaggregation is useful for analysing the dilemma between generating zero discharges to watercourses and performing effluent management that contributes to the reduction of GHG emissions, generated in open ponds from the anaerobic decomposition of matter. In this regard, only 7 percent of the farms have a solids separator and less than 1 percent have a biodigester to transform these solids into energy. It is worth mentioning that one of the actions of the Nationally Determined Contribution to the Paris Agreement is linked to good effluent management practices in the dairy sector and, therefore, its follow-up is considered relevant.

Regarding changes in land use and soil quality, an indicator linked to the use of synthetic fertilizers is proposed as an approximation of the nutrient balance. The available data (Dairy Survey, 2020) is expressed in terms of kg applied per hectare of rotation; for the indicator, they are also presented in terms of kg/litre of milk produced.

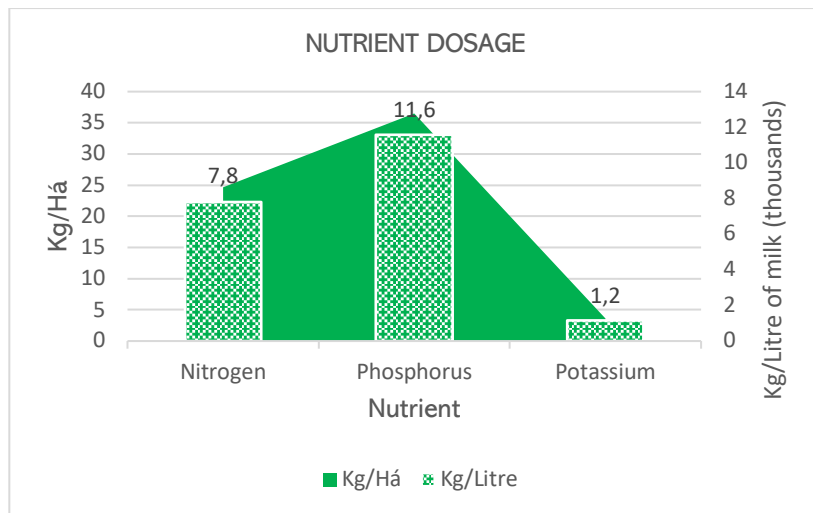


Figure 6.7: Use of synthetic fertilizers.

Source: prepared by the author S. Polcaro (FAO).

GHG emissions

Emission estimates are made for the National Greenhouse Gas Inventories (INGEI) and are available for consultation. GHG inventories are prepared for the AFOLU sector in general and are disaggregated for livestock, which includes cattle and dairy cattle. Figure 6.8 describes the total GHG emissions in terms of Gg CO₂e (AR2 100) considering methane emissions from enteric fermentation of milking cows, and direct and indirect methane and nitrous oxide emissions from manure and soil management, from 2016 to 2019. The total emissions ratio per dairy cow is 0.0033 Gg CO₂e.

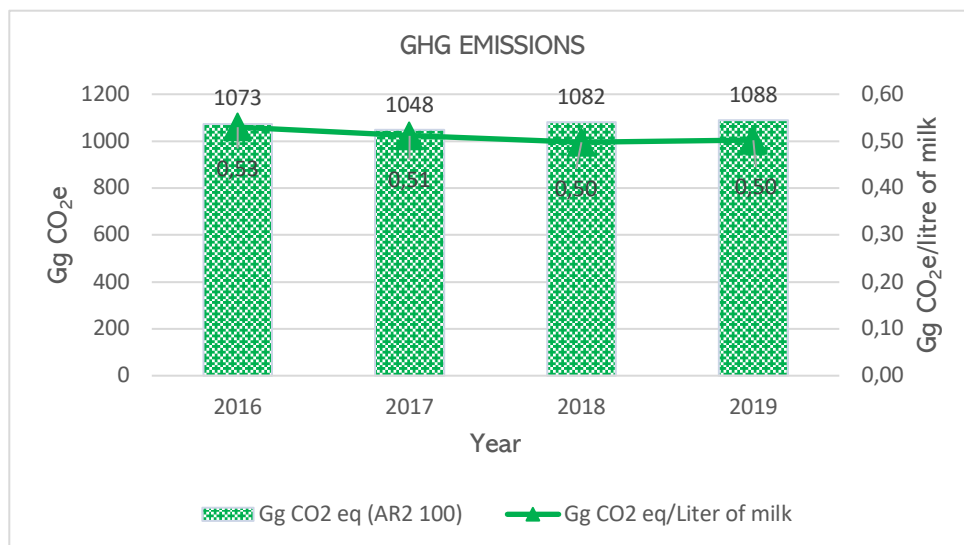


Figure 6.8: GHG emissions in milk production.

Source: prepared by the author S. Polcaro (FAO).

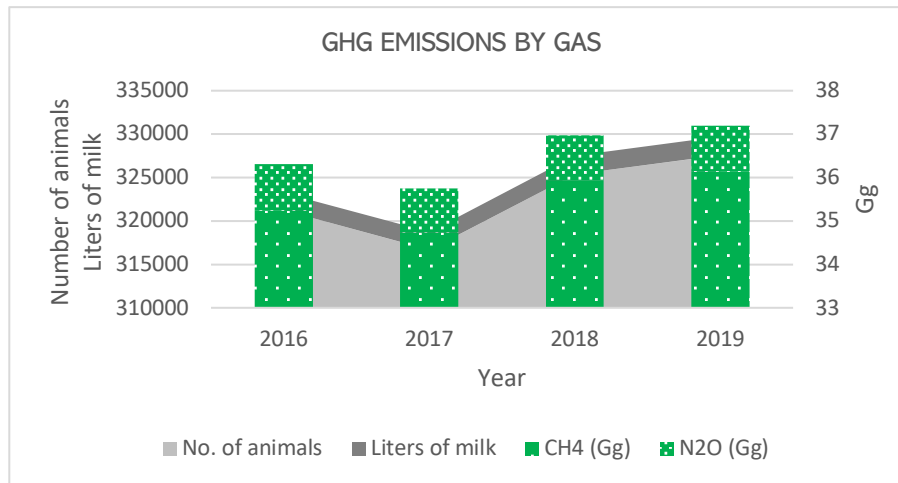


Figure 6.9: GHG emissions by gas.

Source: prepared by the author S. Polcaro (FAO).

According to a study by Agresearch (2020), Uruguay's milk producers are the second lowest in the world in terms of carbon footprint. In the case of Uruguay, the average is 0.85 kg CO₂e per kg of FPCM (milk corrected for fat and protein). Uruguay is currently developing its carbon footprint for various agricultural products and the first results were due to be published in 2022.

At the industrial level, Conaprole calculates scope 1, 2 and 3 carbon footprints. Scope 1 carbon emissions are those derived from fixed combustion processes and are estimated at 98 kg CO₂/m³ of milk in 2020.

6.3 Data sources

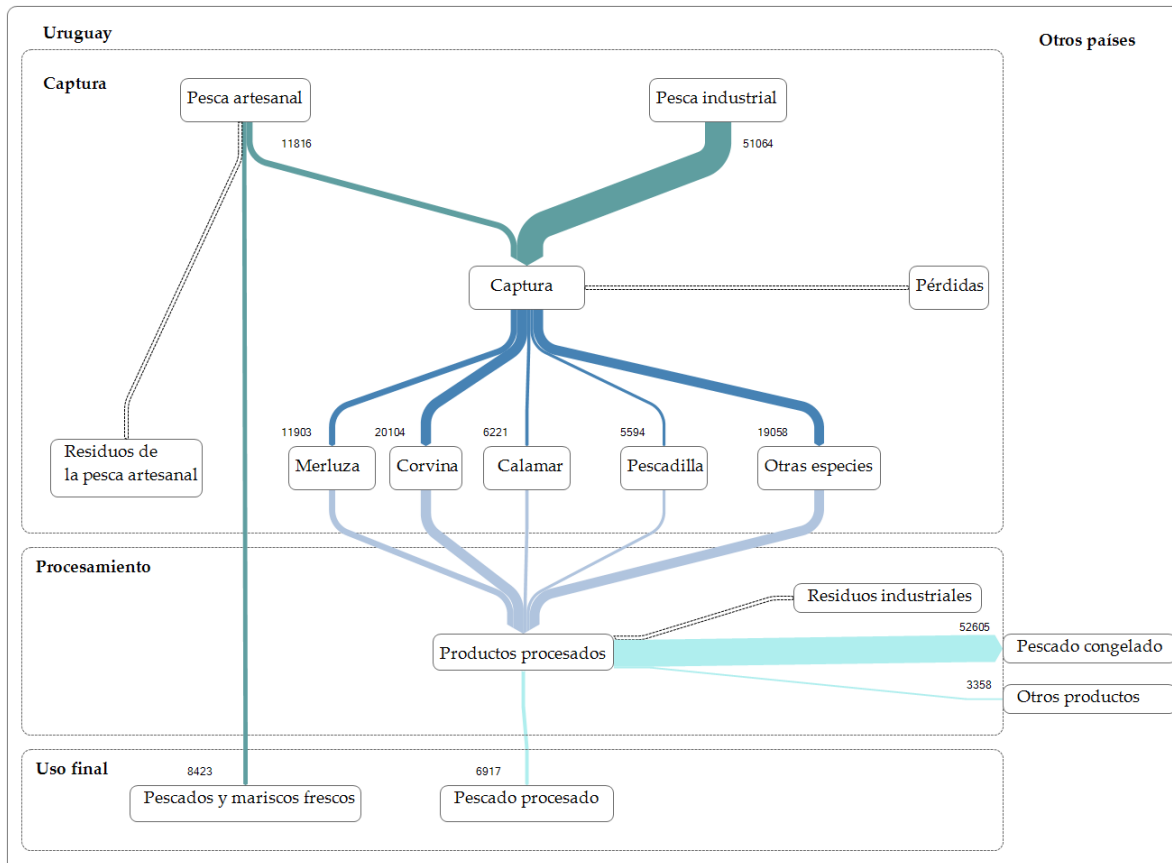
For the material flow analysis, the main source of data was the statistical bulletin (DIEA, 2021). For the analysis of the effects of sustainability, the following experts were consulted: Natalia Barboza, Juan Baraldo, Natalia Román, Angela Cortelezzi, Carolina Balian and Agronomist Nicolás Costa from OPYPA; Francisco Rostan from INALE; Santiago Fariña, director of the National Milk Production Research Programme of INIA; Laura Piedrabuena, FAO consultant, Federico García of the Universidad de la República and the experts Cynthia Lima and Guillermo Sena. For the analysis of by-products, the ECLAC consultancy (Borges *et al.*, 2021), the Biovalor Project (MIEM, 2020) and the Conaprole Annual Report (2020) were consulted. Statistics from (DIEA, 2021) and the National Accounts System information from the General Directorate of Natural Resources (DGRN), the results of the INALE Dairy Survey (2021), the National Adaptation Plan PNA-Agro and the indicators proposed by FAO in the document "Measuring Progress towards Sustainable Agriculture" (Tubiello *et al.*, 2021), which establishes a framework for sustainability assessment aligned with the SDGs (PROSA) were also used. All documents and articles consulted are cited in the bibliography.

6.4 Limitations and data gaps

Official statistics are available and collected on a regular and consistent basis. In addition, technical specialists have provided relevant information. The sector is considered to have institutions and information management in place to ensure data accessibility for the bioeconomy sustainability monitoring and evaluation strategy. Livestock traceability ensures life cycle data. Waste and by-product data could be improved through more refined estimations.

7 Resultados del monitoreo de flujo material para pesca en Uruguay

7.1 Análisis de flujo de material



Fuente: elaborado por S. Polcaro con base en DIEA (2021) y DINARA (2019)

Figura 7.1: Flujo de material para la biomasa pesquera en toneladas métricas (t) en 2020.

Fuente: elaborado por la autora S. Polcaro (FAO).

Los límites del sistema incluyen desde la captura del pescado en la Zona Común de Pesca Argentino-uruguayana (ZCPAU) y en territorio nacional, hasta su uso final. El flujo se divide en 3 fases: la primera incluye la captura industrial y artesanal; la segunda incluye la transformación en la industria, que produce alimentos procesados y en la tercera el uso final que puede ser pescado fresco (proveniente de la pesca artesanal) o procesado principalmente para la exportación a través del Puerto de Montevideo. Se seleccionó la pesca industrial como producto principal, por lo que el flujo de material y la evaluación de los efectos de la sostenibilidad se centran en esta dirección, aunque el análisis se realizó considerando todo el sector pesquero, ya que los principales efectos son comunes. Además, se presenta un análisis

del flujo de material para la acuicultura. La unidad funcional son las toneladas métricas de pescado fresco, según se desprende de las estadísticas oficiales.

Según (DIEA, 2021), en 2020 había 56 barcos industriales y 608 artesanales que, en conjunto, capturaron 62 880 toneladas de pescado, siendo la flota industrial responsable del 81 % del volumen total. El total de capturas puede dividirse por grupos y tipos de especies. En ese año, las principales especies fueron la merluza (*Merluccius hubbsi*) (19 %), la corvina (*Micropogonias furnieri*) (32 %), el calamar (10 %) y la pescadilla (*Cynoscion guatucupa*) (9 %); aproximadamente otras 42 especies representaron el 30 % restante.

La pesca industrial, definida por los buques de más de 10 toneladas de registro bruto (TRB), está especializada en la captura de merluza, corvina y pescadilla y está orientada al mercado exterior. Las capturas se envían a la industria para su transformación en diferentes productos de exportación y, en menor medida, para abastecer al mercado local.

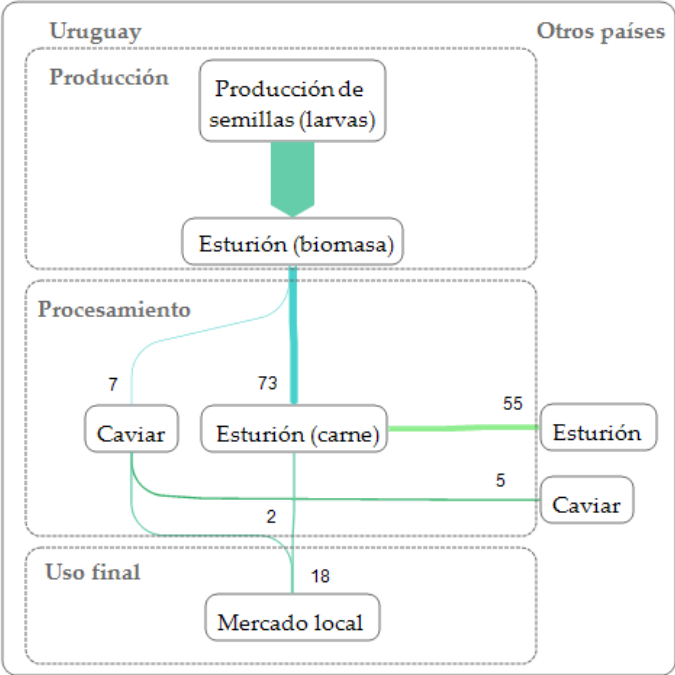
En base a datos estadísticos de años anteriores (DINAMA, 2019) se estima que las exportaciones en 2020 fueron del orden del 89 % del total de capturas, donde el pescado congelado es el producto principal, representando el 94 % del volumen total exportado y el 84 % del total de la captura. Otros productos de exportación son filetes, harina de pescado, moluscos, preparados de pescado y crustáceos, por orden de importancia en volumen. La principal especie de exportación es la corvina, seguida de la merluza, la pescadilla y el sábalo. La harina y el aceite de pescado son productos de escasa producción, que se exportan en pequeñas cantidades para su utilización en la preparación de alimentos para animales. En 2018 hubo 52 empresas exportadoras de productos elaborados (DINARA, 2019).

Por su parte, la pesca artesanal abastece de pescado fresco a las industrias y al mercado local. Las principales especies son el sábalo (*Prochilodus lineatus*), la corvina, el pez sable (*Brevoortia aurea*) y la pescadilla. Las redes de enmalle y los palangres de fondo son las artes más utilizadas por los pescadores artesanales de Uruguay. El camarón rosado (*Penaeus paulensis*) y la almeja amarilla (*Mesodesma mactroides*) también se capturan durante la temporada de pesca (Marín, 2016).

A pesar de la variedad en la captura local, la demanda interna es escasa. Tradicionalmente, la población tiene una fuerte preferencia por la carne roja, apoyada por su abundancia y bajo precio relativo, lo que contribuye a que la oferta de pescado se oriente a la exportación. El consumo interno de productos pesqueros se estima en 7,3 kg/cápita/año (basado en el peso vivo o el pescado entero) (FAOSTAT, 2018) lo que representa unas 25 mil toneladas anuales aproximadamente. Esta demanda local es abastecida por la pesca artesanal y los productos procesados nacionales e importados. En 2018, las importaciones finales ascendieron a 10 127 toneladas.

Las pérdidas en la captura pueden vincularse a la captura incidental. En cuanto a los residuos industriales, se estima que el destino es la fabricación de harina de pescado para consumo animal (para el mercado nacional y la exportación). Por otro lado, a nivel local existen dos organizaciones que revalorizan los residuos de la pesca artesanal: Jardín Primitivo en Punta del Diablo y Abono de Mar en La Paloma, localidades donde se encuentran las principales comunidades de pescadores artesanales. En Jardín Primitivo, el compost se elabora a partir de los desechos de la pesca, con aserrín y microorganismos eficientes. Al mismo tiempo, el uso del aserrín cierra otro círculo en la industria forestal, ya que, de no ser utilizado para este fin, es desechado en el suelo, contribuyendo a la acidificación de la tierra además de representar un riesgo potencial de incendio. Esta iniciativa resuelve el problema de los residuos pesqueros generando valor a través de la comercialización del compost para diversos usos.

Acuicultura



Fuente: elaborado por S. Polcaro con base en DINARA (2019)

Figura 7.2: Flujo de material para la biomasa acuícola en toneladas métricas (t) en 2018.

Fuente: elaborado por la autora S. Polcaro (FAO).

El término "acuicultura" se refiere al conjunto de técnicas y actividades destinadas a la cría en cautiverio y producción de organismos acuáticos, animales o plantas, en agua dulce, salobre o salada. Requiere el manejo de todo o parte del ciclo de vida, interviniendo sobre la especie y los medios de cultivo (DINARA, 2019).

La DINARA es la entidad que lleva el registro de empresas y producciones que utilizan esta técnica. El sistema se basa en la producción de semillas (larvas), que en la actualidad es realizada principalmente por la DINARA, que además de utilizarlas con fines experimentales (el 85 % de la producción de semillas se destinó a este fin), abastece al sector privado.

La acuicultura no está aun plenamente desarrollada en Uruguay. El sector privado se dedica principalmente al cultivo de Esturión. En términos de volumen, en 2018, el sector privado cultivó 82 500 semillas (larvas) y produjo 417 toneladas de biomasa de Esturión. En el proceso se obtuvieron 73 toneladas de carne y 7 toneladas de Caviar.

7.2 Evaluación de los efectos de sostenibilidad

La captura uruguaya se realiza principalmente en la Zona Común de Pesca Argentino-uruguaya (ZCPAU), que abarca el sector suroccidental del Océano Atlántico Sur e incluye la región marítima que recibe las aguas dulces de la Cuenca del Plata. El control y la administración de este territorio se ejerce juntamente con Argentina, a través de la "Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo" (CTMFM).

La pesca atraviesa un momento de crisis mundial sin precedentes. Los estudios publicados en los últimos años indican que existe sobreexplotación del recurso, es decir, que la extracción ha superado la tasa de reposición de las poblaciones existentes. En Uruguay (Defeo *et al.*, 2013) realizaron un análisis que muestra que se están produciendo efectos significativos en la captura pesquera debido a los cambios climáticos y a las actividades humanas que pueden llevar a la sobreexplotación de los recursos.

En Uruguay, la pesca es una actividad controversial desde varios puntos de vista. En primer lugar, es un recurso de uso común. El estuario del Río de la Plata se comparte con Argentina y se explota con diferentes fines, generalmente opuestos. La pesca debe compartir el espacio con la búsqueda de hidrocarburos, el tendido de cables submarinos y un creciente tráfico de buques mercantes, lo que obliga a adaptar y mejorar los sistemas de gestión y gobernanza para promover la resiliencia y la sostenibilidad (Marín *et al.*, 2020).

A nivel local, la competencia y el conflicto entre la pesca artesanal y la industrial se han visto incrementados por la crisis pesquera que, debido a la disminución de los recursos, desplazó a la flota industrial de arrastre a zonas cercanas a la costa, desfavoreciendo a la pesca artesanal. Además, el impacto en el hábitat marino de determinadas artes de pesca (por ejemplo, las redes de arrastre) y la presión ejercida sobre especies distintas de las especies objetivo de la industria tiene implicaciones que van más allá de las poblaciones individuales y afectan al funcionamiento del ecosistema marino. Esto se debe, en parte, a la baja selectividad de la red de arrastre utilizada por la flota que afecta a un grupo de especies que coexisten dentro del área de operación. En 2018, el 88 % de la flota uruguaya utilizaba artes de arrastre.

En cuanto al cambio climático, la distribución, la abundancia y el ciclo vital de los peces e invertebrados marinos se ven afectados por el calentamiento del océano. En consecuencia, los desembarcos de las pesquerías tradicionales y sus especies acompañantes podrían verse modificados. En Uruguay, científicos se aplicaron el enfoque de la Temperatura Media de Captura (TMC), que se refiere a la temperatura media preferida de las especies explotadas para una zona determinada, para evaluar la evidencia del calentamiento del océano en los desembarques uruguayos a largo plazo (1973-2017). Marín *et al.*, (2019) proporcionan evidencia cuantitativa de que el calentamiento del océano ha estado afectando cada vez más a las pesquerías industriales uruguayas en las últimas décadas y llama a la necesidad de considerar los cambios ambientales para gestionar adecuadamente las poblaciones de peces.

A este escenario se suma la pesca ilegal. Estudios recientes de la FAO revelan que el problema de la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada está aumentando en alcance e intensidad. La pesca INDNR abarca una amplia gama de actividades ilegales, como la pesca sin licencia, la pesca de especies prohibidas, el uso de artes de pesca prohibidas, el incumplimiento de las cuotas de pesca, la sub-declaración de las capturas y los volúmenes de captura.

Siguiendo el marco LOFASA, se siguió un proceso de identificación y cuantificación de indicadores para evaluar los efectos de la sostenibilidad. Los criterios aplicados implicaron entrevistas a expertos, un taller para validar la selección de indicadores y una segunda ronda de entrevistas para el asesoramiento en la medición de los indicadores seleccionados.

Los indicadores (Cuadro 7.1) se seleccionaron teniendo en cuenta las cuatro dimensiones de la sostenibilidad (económica, social, ambiental y de gobernanza), el vínculo con los ODS y los criterios y principios de la FAO para la bioeconomía sostenible (categoría de impacto).

| Dimensión | Categoría | Descripción | Unidad | Frecuencia | Vínculo con ODS | Fuente |
|----------------|----------------------------------|--|----------------------------|------------|-----------------|-----------|
| Socioeconómica | Valor agregado | Valor de producción/Captura | USD/Tonelada | Anual | 9.2.1 | BCU. DIEA |
| | Empleo | Puestos de trabajo/Captura | Unidad de trabajo/Tonelada | Anual | 9.2.2 | BCU. DIEA |
| Ambiental | Cantidad del hábitat marino | Presión pesquera: Captura < Captura aceptable (RMS), para las principales especies | Tonelada | A definir | 14.4.1 | CTMFM |
| | Conservación de la biodiversidad | Captura incidental y descarte: Proporción del descarte sobre el total de captura | % (Tonelada) | A definir | | CTMFM |

Cuadro 7.1: Indicadores socioeconómicos y ambientales para la pesca.

7.2.1 Indicadores socioeconómicos

Valor agregado

En la dimensión económica, el indicador seleccionado mide el valor de la producción (en dólares corrientes), que incluye el valor agregado y consumo intermedio, por tonelada de captura.

De acuerdo con la Figura 7.3, en el último período, se observa un aumento sostenido del valor de la producción del sector pesquero. Sin embargo, medido en términos de toneladas capturadas anualmente, se observa un gran aumento entre 2016 y 2017 y luego un crecimiento moderado hacia 2018.

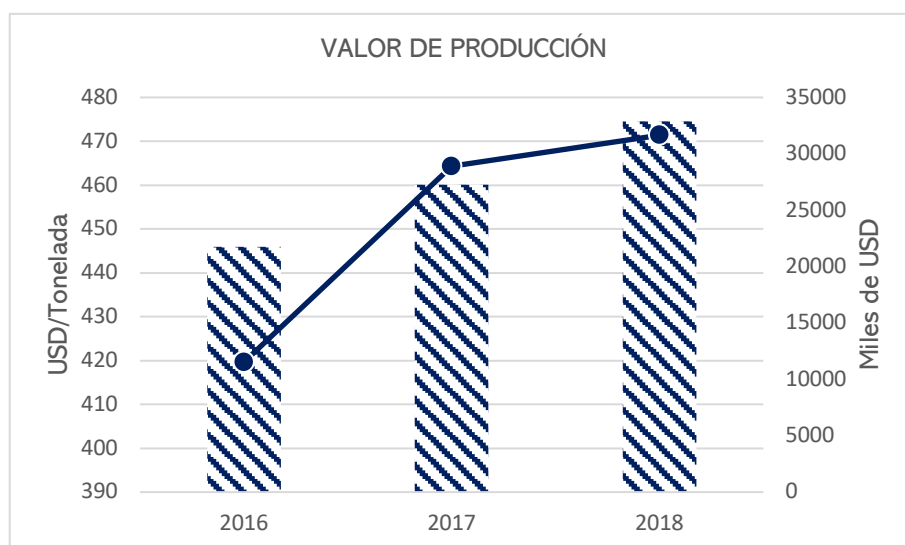


Figura 7.3: Valor de producción por captura.

Fuente: elaborado por la autora S. Polcaro (FAO).

Se considera que el sector tiene capacidad para desarrollarse, creando más valor ya que la mayor parte de las capturas se exporta como pescado congelado (eviscerado y entero). Por otro lado, se podrían comercializar otras especies (por ejemplo, la anchoa y el pez palo) que se comercializan en Argentina, pero no en Uruguay, lo que también reduciría el volumen de descarte, valorizando el alimento. Además, se considera que la acuicultura tiene un gran potencial en el territorio nacional, cultivando otras especies además del esturión.

Empleo

En la dimensión social se propone un indicador de seguimiento del empleo. El sector presenta desafíos en este aspecto, principalmente en la calidad del empleo y condiciones de trabajo. En 2016, había 4 341 puestos de trabajo (puestos de trabajo equivalente) de los cuales el 71 % son en la pesca, criaderos y actividades relacionadas; y el 29 % en la transformación y conservación del pescado. El 68 % son trabajadores asalariados y el 32 % son empresarios y trabajadores autónomos. El indicador refleja la mano de obra necesaria para una unidad funcional (tonelada). Para 2016, el indicador es de 0,08. Este indicador está relacionado con el indicador ODS 9.

También se considera relevante el seguimiento de los días de huelga de los trabajadores del sector, ya que son días en los que las flotas no salen al mar y deben ser considerados para el análisis de poblaciones o estimaciones que se basan en los días de pesca. Por otro lado, el seguimiento de la siniestralidad laboral y la estimación del trabajo informal también son relevantes para la sostenibilidad del sector. Aunque esta información no está disponible, podría ser recogida a través del BPS. y del "Sindicato Único de Trabajadores del Mar y Afines" (SUNTMA). En términos de empleo y formalización del sector, en 2009 la DINARA introdujo una política de devolución de impuestos sobre el combustible para incentivar la formalización de la pesca artesanal. Según (Teruggi, 2019), el 64 % recibe este beneficio.

Por último, se considera interesante hacer un seguimiento de la demanda local de pescado y generar iniciativas para promover su consumo. Como se mencionó anteriormente, Uruguay tiene un bajo consumo per cápita de pescado, a pesar de sus recursos naturales.

7.2.2 Indicadores ambientales

Se proponen indicadores para el seguimiento de la abundancia de especies, la presión pesquera y las capturas incidentales; atendiendo a los principales desafíos que presenta la pesca en esta dimensión.

Hábitat marino (Presión sobre la pesca)

El indicador seleccionado tiene como objetivo controlar la presión de la pesca considerando el Rendimiento Máximo Sostenible (RMS). El RMS es el tonelaje máximo que se puede capturar anualmente de una población, sin afectar significativamente al proceso de reproducción y reclutamiento (Cuadro 7.2). A través del indicador se propone monitorear que la captura observada no supere la estimación de captura que garantiza un valor de biomasa biológicamente aceptable, según la CTMFM, para un período determinado.

Existen otros indicadores para medir el estado presente del stock, por ejemplo, a través de la fracción entre la Biomasa actual y la Biomasa que permite estar en el RMS. Este indicador fue de 68 % para el 2016. Sin embargo, esta información podría no estar disponible para todos los años de forma periódica.

A partir de los resultados de la evaluación de abundancia realizada en 2019, se determinó que, desde 2012, el recurso está sometido a bajos niveles de mortalidad por pesca y a una biomasa total creciente. Basado en los modelos analizados, se estableció el RMS de la merluza en 80 mil toneladas para el período 2020-2028, bajo el objetivo de recuperación de la especie (CTMFM, 2020). Respecto a la corvina, la situación del esfuerzo pesquero en relación con el tamaño poblacional estimado para 2019 indica que el recurso se encontraría en una zona de estado poblacional óptimo.

| Indicador | Merluza | Corvina |
|-------------------------------------|---------|---------|
| Biomasa total (2019) | 247 500 | 364 700 |
| Tasa de explotación (2018) | 0,15 | 0,18 |
| Rendimiento Máximo Sostenible (RMS) | 80 000 | 55 020 |

Cuadro 7.2: Indicadores de abundancia y presión pesquera.

Biodiversidad (Captura incidental)

El segundo indicador intenta reflejar los efectos directos de las artes de pesca sobre las especies no objetivo a través de las capturas incidentales y los descartes. El descarte es uno de los principales problemas de sostenibilidad de los ecosistemas y las pesquerías en todo el mundo. Supone un tercio de la pesca mundial, siendo la pesca de arrastre la menos selectiva y causante de altos niveles de mortalidad. Por ello, una de las principales medidas para mejorar la selectividad y disminuir las capturas incidentales es la regulación de las artes de pesca (Damiano, 2019).

En Uruguay, durante el período 2016-2018, el 87 % de la flota utilizó artes de arrastre, mientras que el 13 % restante se divide en palangre y nasas, lo que muestra una escasa diversificación de las pesquerías y un uso exclusivo del arrastre de fondo en las categorías A y B (DINARA, 2019). Por otro lado, la tasa de descarte fue del 9 % en el período 2001-2010 (Rey, 2010) y, aunque es relativamente baja, se recomienda estudiar los efectos en el nivel trófico de la captura.

Estos indicadores están relacionados con el indicador 14.4.1 de los ODS "Proporción de poblaciones de peces cuyos niveles son biológicamente sostenibles".

Análisis de otros posibles indicadores

Además de los propuestos, se considera relevante analizar la abundancia de las especies, por ejemplo, a través de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE). La CPUE se calcula como la captura total dividida por la cantidad de esfuerzo utilizado para recoger la captura dependiendo del arte utilizado. La estimación de este indicador permite conocer si la actividad pesquera de una determinada especie es sostenible (Teruggi, 2019).

Por último, se reconoce que el problema de las capturas incidentales está relacionado con un control deficiente y un problema de valoración de éstas. Por un lado, no hay incentivos para informar las capturas incidentales y, por otro, no hay incentivos para desembarcarlas para su comercialización, ya que las especies capturadas de forma accidental tienen menos valor. En este sentido, existen iniciativas locales para promover el consumo de otras especies, diferentes de las especies objetivo; además de considerar necesario un control más riguroso sobre los barcos, por ejemplo, a través de observadores.

Asimismo, se necesitarían más y mejores herramientas de control y garantías para el uso sostenible de los recursos acuáticos. Algunas de estas medidas son:

- Las cuotas de pesca, que se acuerdan en la Comisión Mixta con Argentina (CTMFM).
- Observadores a bordo.
- Regulación del uso del espacio marítimo que se comparte con otras actividades. Por ejemplo, el tendido de cables submarinos podría considerarse una zona de amortiguación, en la que la pesca está prohibida y podría ser beneficiosa para el ecosistema.
- Planes de recuperación de las poblaciones explotadas fuera de los límites biológicos de seguridad, cuyo seguimiento lo realiza la CTMFM.

7.2.3 Indicadores de gobernanza

En la dimensión de la gobernanza, se propone vigilar el cumplimiento del marco normativo relacionado con la abolición de la pesca ilegal y la generación y aplicación de medidas que regulen el uso del recurso común. Uruguay es signatario del Acuerdo sobre medidas del Estado rector del puerto destinadas a prevenir, desalentar y eliminar la pesca ilegal. La pesca ilegal (pesca en zonas o épocas de veda) incluye también la pesca no declarada (por ejemplo, los descartes) y no regulada (por ejemplo, artes de pesca no autorizadas). Por ejemplo, incluye las flotas extranjeras que pescan en aguas jurisdiccionales sin permiso y los problemas relacionados con el transbordo marítimo en el puerto de Montevideo.

Estas medidas están vinculadas a los indicadores ODS 14.6.1 "Grado de aplicación de los instrumentos internacionales destinados a combatir la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada" y ODS 14.c.1 "Países que, mediante marcos jurídicos, políticos e

institucionales, avanzan en la ratificación, aceptación y aplicación de los instrumentos relacionados con los océanos que aplican el derecho internacional reflejado en la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar para la conservación y el uso sostenible de los océanos y sus recursos".

7.3 Fuentes de datos

Los datos para el flujo de material fueron recolectados del boletín estadístico pesquero de la (DINARA, 2019) y de (DIEA, 2021). Para la evaluación de los efectos de sostenibilidad se consultaron trabajos científicos e informes citados y se realizaron entrevistas con los siguientes especialistas: Dr. Omar Defeo (DINARA), Dra. Micaela Trimble (Instituto SARAS), Ignacio Gianelli, investigador de la Universidad Santiago de Compostela y Claudio Taroco de Jardín Primitivo.

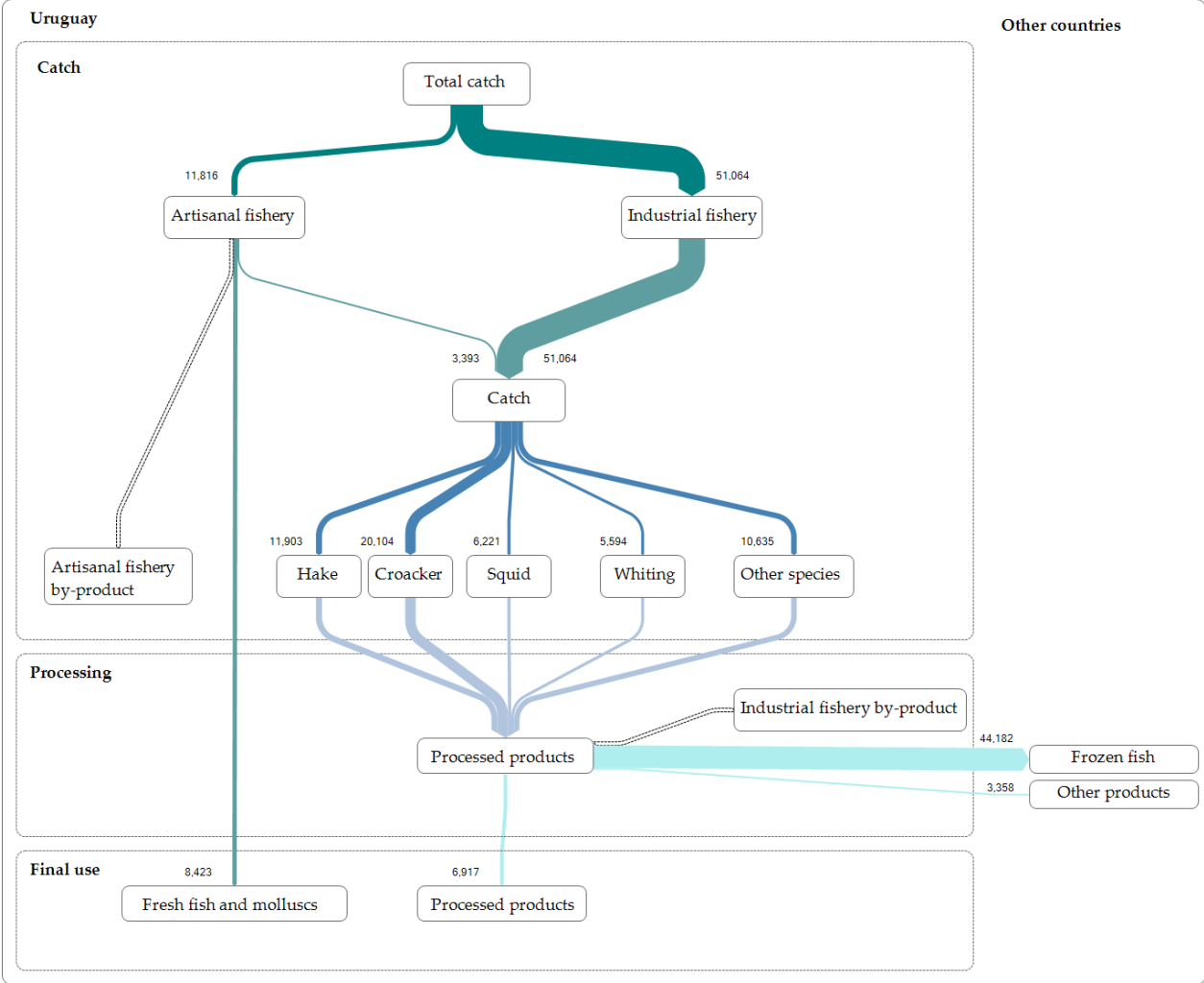
7.4 Limitaciones y vacíos de información

Aunque existen algunos datos oficiales de capturas pesqueras, el boletín estadístico se dejó de publicar en 2020, por lo que la última información disponible es de 2018.

Las principales limitaciones de datos identificadas son las relacionadas con la continuidad de los datos estadísticos y la sistematización de la información del sector. Disponer de estadísticas oficiales anuales de las capturas industriales y artesanales y de las capturas incidentales por especies puede contribuir a abordar los problemas de la pesca proporcionando datos para la toma de decisiones.

7 Results of monitoring material flow of fisheries in Uruguay

7.1 Material flow analysis



Source: elaborated by S. Polcaro based on DIEA (2021) and DINARA (2019)

Figure 7.1: Material flow for fish biomass in metric tonnes (t) in 2020.

Source: prepared by the author S. Polcaro (FAO).

The limits of the system include the capture of the fish in the Argentine-Uruguayan Common Fishing Zone (ZCPAU) and national territory to its final use. The flow is divided into three phases: the first includes industrial and artisanal capture; the second includes transformation in the industry, which produces processed food; and the third includes final use, which can be fresh fish (from artisanal fishing) or processed fish – mainly for export through the port of Montevideo. Industrial fishing was selected as the main product, so the material flow and

sustainability impact assessment are focused on this direction, although the analysis was carried out considering the whole fishing sector since the main impacts are common. In addition, an analysis of material flow for aquaculture is presented. The functional unit is metric tonnes of fresh fish, as derived from official statistics.

According (DIEA, 021), in 2020 there were 56 industrial and 608 artisanal vessels that together caught 62 880 tonnes of fish, with the industrial fleet responsible for 81 percent of the total volume. The total catch can be divided by groups and types of species. In that year, the main species were, croaker (*Micropogonias furnieri*) (32 percent), hake (*Merluccius hubbsi*) at 19 percent, squid (10 percent) and whiting (*Cynoscion guatucupa*) (9 percent). Approximately 42 other species accounted for the remaining 30 percent.

Industrial fishing, defined by vessels over 10 gross registered tons (GRT), specializes in catching hake, croaker and whiting and is oriented to the foreign market. Catches are sent to the industry for processing into different export products and, to a lesser extent, to supply the local market.

Based on statistical data from previous years (DINAMA, 2019) it is estimated that exports in 2020 were of the order of 89 percent of the total catch, where frozen fish is the main product, representing 94 percent of the total volume exported. Other export products are fillets, fishmeal, mollusks, fish preparations and crustaceans, in order of importance by volume. The main export species is croaker, followed by hake, whiting, and shad. Fishmeal and fish oil are low production products, exported in small quantities for use in the preparation of animal feed. In 2018, 52 companies were exporting processed products (DINARA, 2019).

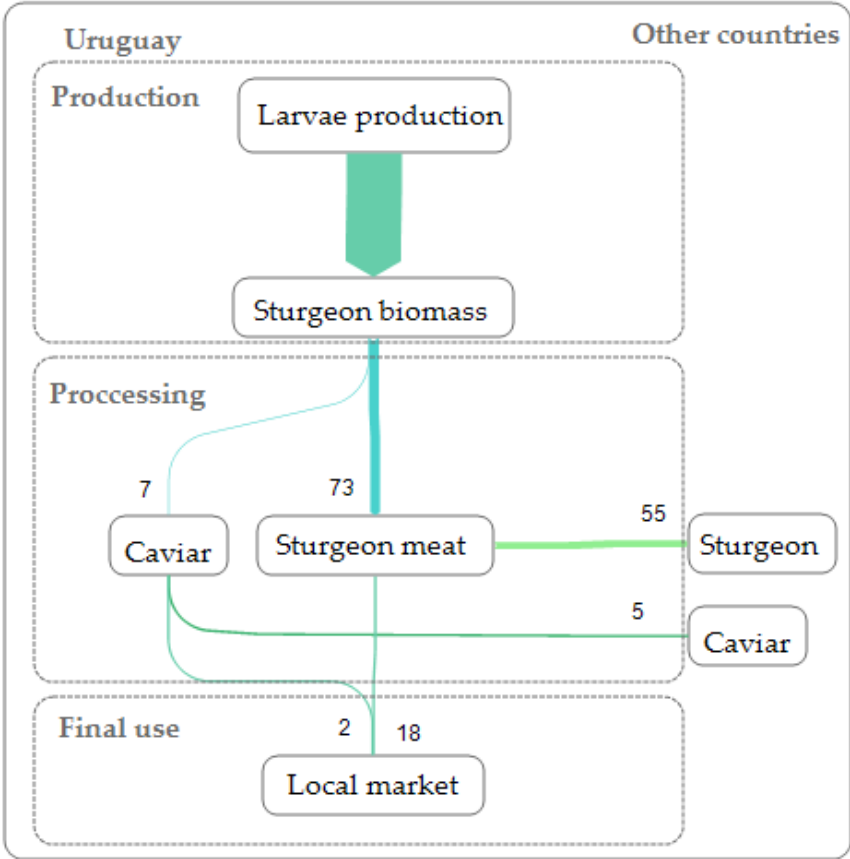
Artisanal fishing supplies fresh fish to industries and the local market. The main species are shad (*Prochilodus lineatus*), croaker, sablefish (*Brevoortia aurea*) and whiting. Gill nets and bottom longlines are the gear most commonly used by Uruguay's artisanal fishermen. Pink shrimp (*Penaeus paulensis*) and yellow clam (*Mesodesma mactroides*) are also caught during the fishing season (Marín, 2016).

Despite the variety in the local catch, domestic demand is low. Traditionally, the population has a strong preference for red meat, supported by its abundance and relatively low price, which contributes to the export orientation of the fish supply. Domestic consumption of fish products is estimated at 7.3 kg/capita/year (based on live weight or whole fish) (FAOSTAT, 2018) which represents about 25 thousand tonnes per year approximately. This local demand is supplied by artisanal fisheries and domestic and imported processed products. In 2018, final imports amounted to 10 127 tonnes.

Losses in the catch can be linked to bycatch. As for industrial waste, it is estimated that it is used to manufacture fishmeal for animal consumption (for the domestic market and export).

On the other hand, two local organizations revalue artisanal fishing waste: Jardín Primitivo in Punta del Diablo and Abono de Mar in La Paloma, where the main artisanal fishing communities are located. At Jardín Primitivo, compost is made from fishing waste, with sawdust and efficient microorganisms. At the same time, the use of sawdust closes another loop in the forestry industry, because if it is not used for this purpose, it is discarded in the soil, contributing to soil acidification and representing a potential fire hazard. This initiative solves the problem of fishery waste by generating value through the commercialization of compost for various uses.

Aquaculture



Source: elaborated by S. Polcaro based on DINARA (2019)

Figure 7.2: Material flow for aquaculture biomass in metric tonnes (t) in 2018.

Source: prepared by the author S. Polcaro (FAO).

The term "aquaculture" refers to the set of techniques and activities aimed at the captive breeding and production of aquatic organisms, animals or plants, in fresh, brackish or saltwater. It requires the management of all or part of the life cycle, intervening in the species and culture media (DINARA, 2019).

DINARA is the entity that keeps the registry of companies and productions that use this technique. The system is based on the production of seeds (larvae), which is currently carried out mainly by DINARA, which in addition to using them for experimental purposes (85 percent of seed production was used for this purpose), supplies the private sector.

Aquaculture is not yet fully developed in Uruguay. The private sector is mainly engaged in Sturgeon farming. In terms of volume, in 2018, the private sector cultured 82 500 seeds (larvae) and produced 417 tonnes of Sturgeon biomass. In the process, 73 tonnes of meat and 7 tonnes of Caviar were obtained.

7.2 Assessment of sustainability effects

The Uruguayan catch is mainly taken in the Argentine-Uruguayan Common Fishing Zone (ZCPAU), which covers the southwestern sector of the South Atlantic Ocean and includes the maritime region that receives the fresh waters of the La Plata Basin. The control and administration of this territory is exercised jointly with Argentina, through the "Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo" (CTMFM).

Fishing is going through an unprecedented global crisis. Studies published in recent years indicate that there is overexploitation of the resource, i.e. extraction has exceeded the replacement rate of existing populations. In Uruguay (Defeo *et al.*, 2013) conducted an analysis showing that there are significant effects on the fishing catch due to climate changes and human activities that may lead to overexploitation of resources.

In Uruguay, fishing is a controversial activity from several points of view. In the first place, it is a resource of common use. The estuary of the Río de la Plata is shared with Argentina and is exploited for different, generally opposing, purposes. Fishing must share the space with the search for hydrocarbons, the laying of submarine cables and the growing traffic of merchant ships, which makes it necessary to adapt and improve management and governance systems to promote resilience and sustainability (Marín *et al.*, 2020).

At the local level, competition and conflict between artisanal and industrial fisheries have been exacerbated by the fishing crisis which, due to dwindling resources, displaced the industrial trawl fleet to nearshore areas, disadvantaging artisanal fisheries. In addition, the impact on the marine habitat of certain fishing gears (e.g. trawls) and the pressure exerted on species other than the industry's target species has implications that go beyond individual populations and affect the functioning of the marine ecosystem. This is due, in part, to the low selectivity of the trawl net used by the fleet affecting a group of species that coexist within the area of operation. In 2018, 88 percent of the Uruguayan fleet used trawl gear.

In terms of climate change, the distribution, abundance and life cycle of fish and marine invertebrates are affected by ocean warming. Consequently, the landings of traditional fisheries and their accompanying species could be modified. In Uruguay, scientists applied the Mean Catch Temperature (MCT) approach, which refers to the preferred mean temperature of exploited species for a given area, to assess the evidence of ocean warming in Uruguayan landings over the long term (1973-2017). Marín *et al.* (2019) provide quantitative evidence that ocean warming has been increasingly affecting Uruguayan industrial fisheries in recent decades and call for the need to consider environmental changes to properly manage fish stocks.

This scenario is compounded by illegal fishing. Recent FAO studies reveal that the problem of illegal, unreported and unregulated (IUU) fishing is increasing in scope and intensity. IUU fishing encompasses a wide range of illegal activities, such as unlicensed fishing, fishing for prohibited species, use of prohibited fishing gear, non-compliance with fishing quotas, under-reporting of catches and catch volumes.

Following the LOFASA framework, a process was followed to identify and quantify indicators to assess sustainability impacts. The criteria applied involved expert interviews, a workshop to validate the selection of indicators and the second round of interviews for advice on the measurement of the selected indicators.

The indicators in Table 7.1 were selected considering the four dimensions of sustainability (economic, social, environmental and governance), the link with the SDGs and the FAO criteria and principles for sustainable bioeconomy (impact category).

| Dimension | Category | Description | Unit | Frequency | Link to SDGs | Source |
|---------------|----------------------------|--|--------------------|---------------|--------------|-----------|
| Socioeconomic | Value added | Production value/Catch | USD/tonne | Annual | 9.2.1 | BCU. DIEA |
| | Employment | Jobs/Capture | Unit of work/tonne | Annual | 9.2.2 | BCU. DIEA |
| Environmental | Quantity of marine habitat | Fishing pressure: Catch < Acceptable Catch (MSY), for main species | Catch Tonne | To be defined | 14.4.1 | CTMFM |
| | Biodiversity conservation | Bycatch and discard: Proportion of discarded fish over the total catch | percent (Tonnes) | To be defined | | CTMFM |

Table 7.1: Quantified socioeconomic and environmental indicators for fisheries.

7.2.1 Socioeconomic indicators

Value added

In the economic dimension, the selected indicator measures the value of production (in current USD), including value added and intermediate consumption, per tonne of catch.

In Figure 7.3, a sustained increase in the value of the production of the fishing sector is observed in the period 2016–2018. However, measured in terms of tonnes caught annually, a large increase is observed between 2016 and 2017 and then a moderate growth towards 2018.

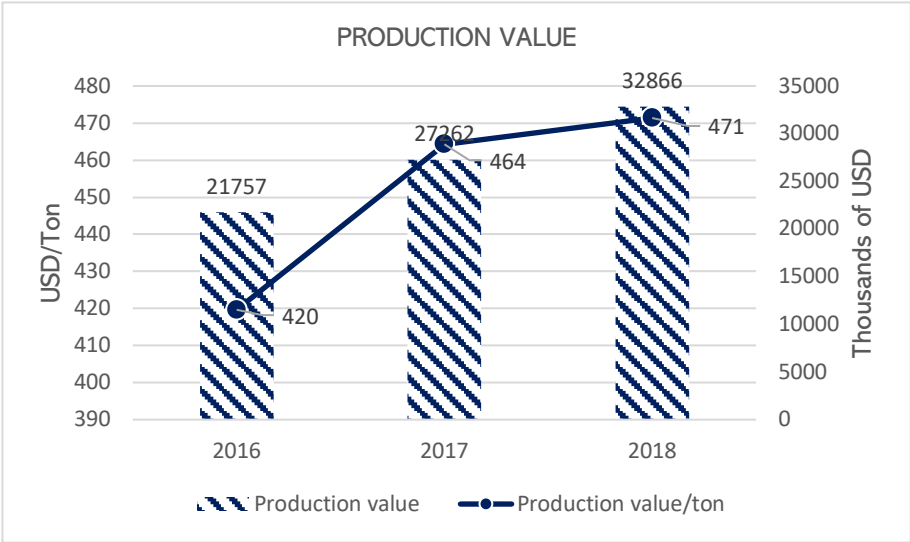


Figure 7.3: Production value per catch.

Source: prepared by the author S. Polcaro (FAO).

The sector is considered to have the capacity to develop, creating more value since most of the catch is exported as frozen fish (gutted and whole). On the other hand, other species could be commercialized (for example, anchovy and stickfish) that are marketed in Argentina but not in Uruguay, which would also reduce the volume of discards, adding value to the food. In addition, aquaculture is considered to have great potential in the national territory, cultivating other species in addition to sturgeon.

Employment

In the social dimension, an employment monitoring indicator is proposed. The sector presents challenges in this aspect, mainly in the quality of employment and working conditions. In 2016, there were 4 341 jobs (equivalent jobs) of which 71 percent are in fishing, hatcheries and related activities; and 29 percent in fish processing and preservation. Sixty-eight per cent are salaried workers and 32 percent are entrepreneurs and self-employed workers. The indicator

reflects the labour required for one functional unit (tonne). For 2016, the indicator is 0.08. This indicator is related to SDG 9.

The monitoring of strike days of workers in the sector is also considered relevant since these are days when the fleets do not go to sea and should be considered for the analysis of stocks or estimates based on fishing days. On the other hand, the monitoring of labour accidents and the estimation of informal work are also relevant for the sustainability of the sector. Although this information is not available, it could be collected through the B.P.S. and the "Sindicato Único de Trabajadores del Mar y Afines" (S.U.N.T.M.A). In terms of employment and formalization of the sector, in 2009 DINARA introduced a fuel tax refund policy to incentivize the formalization of artisanal fishing. According to Teruggi (2019), 64 percent receive this benefit.

Finally, it is considered interesting to monitor local demand for fish and generate initiatives to promote its consumption. As mentioned above, Uruguay has a low per capita consumption of fish, despite its natural resources.

7.2.2 Environmental indicators

Indicators are proposed for monitoring species abundance, fishing pressure and bycatch, considering the main challenges presented by fisheries in this dimension.

Marine habitat (Fishing pressure)

The selected indicator aims to control fishing pressure by considering the Maximum Sustainable Yield (MSY). MSY is the maximum tonnage that can be caught annually from stock, without significantly affecting the reproduction and recruitment process (Table 7.2). Through this indicator, it is proposed to monitor that the observed catch does not exceed the catch estimate that guarantees a biologically acceptable biomass value, according to the CTMFM, for a given period.

There are other indicators to measure the present state of the stock, for example, through the fraction between the current biomass and the biomass that allows for being at MSY. This indicator was 68 percent for 2016. This information may not be available for all years.

From the results of the abundance assessment conducted in 2019, it was determined that, since 2012, the resource is subject to low levels of fishing mortality and increasing total biomass. Based on the models analysed, the MSY of hake was established at 80 thousand tonnes for the period 2020-2028, under the objective of recovery of the species (CTMFM, 2020). Regarding croaker, the status of fishing effort concerning the estimated population size for 2019 indicates that the resource would be in an area of optimal population status.

| Indicator | Hake | Croaker |
|----------------------|---------|---------|
| Total biomass (2019) | 247 500 | 364 700 |

| | | |
|---------------------------------|--------|--------|
| Operating rate (2018) | 0.15 | 0.18 |
| Maximum Sustainable Yield (MSY) | 80 000 | 55 020 |

Table 7.2: Abundance and fishing pressure indicators.

Biodiversity (Bycatch)

The second indicator attempts to reflect the direct effects of fishing gear on non-target species through bycatch and discards. Discarding is one of the main sustainability problems of ecosystems and fisheries worldwide. It accounts for one-third of global fisheries, with trawling being the least selective and causing high levels of mortality. Therefore, one of the main measures to improve selectivity and decrease bycatch is the regulation of fishing gears (Damiano, 2019).

In Uruguay, during the period 2016-2018, 87 percent of the fleet used trawl gear, while the remaining 13 percent is divided into longlines and pots, which shows a low diversification of fisheries and exclusive use of bottom trawling in categories A and B (DINARA, 2019). On the other hand, the discard rate was 9 percent in the period 2001-2010 (Rey, 2010) and, although it is relatively low, it is recommended to study the effects on the trophic level of the catch.

These indicators are related to SDG indicator 14.4.1 "Proportion of fish stocks whose levels are biologically sustainable".

Analysis of other possible indicators

In addition to those proposed, it is considered relevant to analyse the abundance of the species, for example, through the catch per unit effort (CPUE). CPUE is calculated as the total catch divided by the amount of effort used to collect the catch depending on the gear used. The estimation of this indicator provides insight into whether the fishing activity for a given species is sustainable (Teruggi, 2019).

Finally, it is recognized that the bycatch problem is related to poor control and a problem of valuation of bycatch. On the one hand, there are no incentives to report bycatch and, on the other hand, there are no incentives to land them for commercialization, since bycatch species have less value. In this sense, there are local initiatives to promote the consumption of other species, different from the target species; in addition, more rigorous control of the vessels is considered necessary, for example, through observers.

In addition, more and better control tools and guarantees would be needed for the sustainable use of aquatic resources. Some of these measures are:

- Fishing quotas, which are agreed upon in the Joint Commission with Argentina (CTMFM).
- Observers on board.

- Regulating the use of maritime space that is shared with other activities. For example, the laying of submarine cables could be considered a buffer zone, where fishing is prohibited and could be beneficial to the ecosystem.
- Recovery plans for stocks exploited outside safe biological limits, are monitored by the CTMFM.

7.2.3 Governance indicators

In the governance dimension, it is proposed to monitor compliance with the regulatory framework related to the abolition of illegal fishing and the generation and implementation of measures that regulate the use of the common resource. Uruguay is a signatory to the Agreement on Port State Measures to Prevent, Deter and Eliminate Illegal Fishing. Illegal fishing (fishing in closed areas or times) also includes unreported (e.g. discards) and unregulated (e.g. unauthorized fishing gear) fishing. For example, it includes foreign fleets fishing in jurisdictional waters without permits and problems related to maritime transshipment in the port of Montevideo.

These measures are linked to indicators SDG 14.6.1, "Degree of implementation of international instruments to combat illegal, unreported and unregulated fishing"; and SDG 14.c.1, "Countries that, through legal, policy and institutional frameworks, make progress in the ratification, acceptance and implementation of ocean-related instruments that implement international law as reflected in the United Nations Convention on the Law of the Sea for the conservation and sustainable use of the oceans and their resources".

7.3 Data sources

Data for material flow were collected from the (DINARA, 2019) and (DIEA, 2021) fishery statistical bulletin. For the evaluation of sustainability effects, scientific papers and reports cited were consulted and interviews were conducted with the following specialists: Dr Omar Defeo (DINARA), Dr Micaela Trimble (SARAS Institute), Ignacio Gianelli of Santiago de Compostela University and Claudio Taroco of Jardín Primitivo.

7.4 Limitations and data gaps

Although there is some official fish catch data, the statistical bulletin was discontinued in 2020, so the latest available information is from 2018. The main data limitations identified are those related to the continuity of statistical data and the systematization of sector information. Having official annual statistics on industrial and artisanal catches and bycatch by species can help address fisheries problems by providing data for decision-making.

8 Metodología del análisis sectorial

Esta sección presenta un enfoque metodológico para monitorear el desarrollo de la bioeconomía y los efectos de la sostenibilidad a nivel sectorial. El análisis sectorial permite poner a la bioeconomía en perspectiva con la economía nacional. Proporciona información sobre como la bioeconomía se desarrolla en comparación con otros sectores económicos y con respecto a sus efectos de sostenibilidad. Se presentan datos sectoriales, se describe el método de estimación de las cuotas de base biológica que muestran el uso de insumos de base biológica en los procesos de fabricación y concluimos con una evaluación sectorial de los efectos de la sostenibilidad. Finalmente, resumimos nuestros resultados preliminares y presentamos sus posibles implicaciones para la elaboración de políticas.

8.1 Marco conceptual

Para el monitoreo de la bioeconomía en Uruguay, esta Sección presenta primero la idea detrás de la estimación de las cuotas de base biológica, los límites del sistema, luego recoge los datos relevantes utilizados para el análisis de los sectores económicos y para la cuantificación de las cuotas de base biológica de los sectores y finaliza evaluando los efectos de sostenibilidad para el desarrollo de la bioeconomía. El análisis sectorial incluye las actividades económicas relacionadas con la producción, el procesamiento o la conversión de los recursos de origen biológico. Por lo tanto, evalúa la relevancia de la bioeconomía utilizando la información disponible en el Sistema de Cuentas Nacionales. Estima las cuotas de base biológica en las diferentes actividades económicas dentro de los sectores primario, de manufactura y de servicios, determinando así la contribución de la bioeconomía. Sin embargo, los datos sectoriales son en su mayoría datos monetarios y no proporcionan información completa sobre las cantidades de biomasa involucradas (Iost *et al.*, 2020).

8.1.1 Concepto de cuotas de base biológica de actividades económicas

Los recursos biológicos procesados y utilizados dentro de las actividades económicas pueden dar una idea de su importancia para la economía. Sin embargo, la identificación de dicha importancia es compleja. Mientras que, en la primera etapa de la producción de recursos biológicos, es decir, en el sector agrícola, esto se puede discernir de forma bastante directa, es un reto mayor en otros sectores. Sin embargo, es posible identificar las actividades económicas que de alguna manera producen, procesan o utilizan recursos biológicos; esta es la selección de actividades económicas consideradas como parte de la bioeconomía. Sin embargo, mientras que algunas actividades económicas son claramente atribuibles a la bioeconomía, otras requieren que se calcule su proporción basada en el uso de recursos biológicos. El objetivo de la cuantificación de las cuotas de base biológica es rastrear el uso y el procesamiento de los recursos biológicos dentro de las actividades económicas.

Básicamente, estas cuotas se calculan evaluando los recursos biológicos que entran en las actividades económicas (ver Figura 8.1). Por lo tanto, el cálculo de la proporción de recursos biológicos de una actividad económica que entra en el proceso de fabricación se convierte en la cifra relevante que determina la proporción de bioeconomía de esa actividad (Efken *et al.*, 2016). El cálculo de las cuotas de base biológica permite delimitar la bioeconomía de la economía en su conjunto.



Figura 8.1: Pasos para el cálculo de cuotas de base biológica para el análisis sectorial.

Fuente: Iost, S., Geng, N., Schweinle, J., Banse, M., Brüning, S., Jochem, D., Machmüller, A. & Weimar, H. 2020. Setting up a bioeconomy monitoring: Resource base and sustainability. Thünen Working Paper 149. Hamburg (Germany), Thünen Institute. <https://www.gjae-online.de/articles/german-bioeconomy-economic-importance-and-concept-of-measurement/>

8.1.2 Límites del sistema

El desarrollo de la bioeconomía tiene como objetivo el uso sostenible de los recursos de origen biológico en los procesos de fabricación y los servicios. Con el tiempo, estos procesos y servicios podrían cambiar su uso de recursos biológicos. Para observar estos cambios, es necesario establecer los límites dentro de los cuales se realiza el seguimiento. Los límites del sistema se definen como geográficos, temporales y técnicos. Para el caso de Uruguay, el desarrollo de la bioeconomía tiene lugar a nivel nacional. Con respecto al nivel temporal, el monitoreo cubre los años 2012 y 2016. Técnicamente, se refiere a sectores basados total o parcialmente en recursos biológicos. Por lo tanto, para observar dichos cambios dentro del límite del sistema, el enfoque sectorial se basa en los datos de las actividades económicas tal como los presenta el Banco Central del Uruguay (BCU).

8.1.3 Fuentes de datos

Teniendo en cuenta el interés por relacionar el uso sostenible de los recursos de origen biológico en diferentes sectores económicos y para observar los cambios en el uso de los recursos de origen biológico en diversas actividades económicas, se estima el tamaño de la

bioeconomía a partir de los datos sobre las actividades económicas presentados en el marco de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de Todas las Actividades Económicas (CIIU) (Naciones Unidas, 2008). Por lo tanto, es posible estimar el tamaño de la bioeconomía a partir de datos sectoriales y utilizarlos para evaluar el desarrollo de la bioeconomía a lo largo del tiempo y en comparación con otras regiones y países (Ronzon y M'Barek, 2018). La información oficial y actualizada periódicamente permite determinar la proporción de recursos biológicos que utilizan las diferentes actividades económicas en los sectores primario y manufacturero. Siguiendo este enfoque, se identifican los sectores que contienen actividades que producen y procesan recursos biológicos, por lo que se consideran relevantes para la bioeconomía. Consideramos que la Sección A (agricultura, silvicultura y pesca) está totalmente basada en recursos biológicos y, por lo tanto, no es necesario realizar ningún cálculo. Luego estimamos el uso de insumos de base biológica para todas las secciones restantes C, D-E, F, G-I, H-J, K, L, M-N, O, y P-Q-R-S-T (ver Anejo A). A continuación, para la Sección C (Manufactura) y la Sección I (Alimentos y Bebidas), estimamos las cuotas de base biológica total y parcial a partir de las estadísticas oficiales. Los datos de los insumos que se utilizan para la estimación de las cuotas de base biológica se originan en la Matriz de Uso Intermedio del Banco Central de Uruguay. Las cuotas de base biológica resultantes se aplican a los indicadores seleccionados, como las unidades de empleo, las remuneraciones, el valor agregado bruto, la formación bruta de capital fijo y las emisiones de gases de efecto invernadero.

Los datos necesarios para la estimación de la bioeconomía deben ser públicos y actualizados periódicamente. Los datos disponibles en fuentes oficiales permiten establecer la base del seguimiento de la bioeconomía y realizar comparaciones a lo largo del tiempo y entre países, ya que suelen basarse en marcos de clasificación armonizados a nivel internacional. Partiendo de esta premisa, se prefieren las estadísticas oficiales (por ejemplo, del Banco Central o de las Oficinas de Estadística) como fuente de datos dada su periodicidad y disponibilidad pública. Para el cálculo de las cuotas de base biológica para la Sección C (Manufactura) y Sección I (Comidas y Bebidas), se emplearon datos de la Matriz de Uso Intermedio¹ (MUI) del Banco Central de Uruguay para los años 2012 y 2016. En ella se detalla cómo las industrias manufactureras emplean como insumos los productos ofrecidos dentro de la economía nacional. Proporciona información por producto e industria a nivel agregado (por grupo de productos) y detallado (por insumo) en millones de pesos a precios corrientes. Adicionalmente, para el cálculo de los indicadores de sostenibilidad, se utilizaron datos de empleo y producción del Instituto Nacional de Estadística de Uruguay, la matriz de empleo y valor agregado del Cuadro de Oferta y Utilización del Banco Central de Uruguay, y datos de

¹ Los datos de la Matriz de Uso Intermedio del Banco Central de Uruguay están disponibles en: <https://www.bcu.gub.uy/Estadisticas-e-Indicadores/Paginas/Utilizaci%C3%B3n-intermedia-pc.aspx>

emisiones de gases de efecto invernadero del Observatorio Nacional del Medio Ambiente proporcionados por el Ministerio de Ambiente de Uruguay. Además, se usó el Balance Energético Nacional para el análisis del uso de biomasa para la generación de energía. En la siguiente Sección, este informe presenta la descripción de las fuentes de datos estadísticos relevantes para la estimación de las cuotas de base biológica y la evaluación de los efectos de sostenibilidad.

8.1.4 Matriz de Uso Intermedio

Para monitorear el uso de recursos biológicos renovables en los procesos de producción, transformación y fabricación es necesario identificar los insumos de origen biológico durante estos procesos y contabilizarlos en los productos o servicios terminados. Para ello, las estadísticas oficiales actualizadas periódicamente y basadas en el sistema armonizado de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de Todas las Actividades Económicas (CIIU), Rev.4 (Naciones Unidas, 2007) son la fuente de datos preferida.

El Banco Central del Uruguay señala que la Matriz de Uso Intermedio "muestra el uso que hacen las industrias de los productos ofrecidos en la economía, como insumos para ser incorporados a la producción". Para cada industria, muestra el desglose de su consumo intermedio por producto, y para cada producto, qué industria lo utilizó". La MUI proporciona, por tanto, información sobre el uso de insumos dentro de la economía de Uruguay. Detalla cómo las industrias manufactureras emplean los productos ofrecidos dentro de la economía nacional como insumos. Proporciona información por producto e industria y se presenta para los años 2012 y 2016 a nivel agregado (1 dígito) y detallado (4 dígitos) en millones de pesos a precios corrientes. Reporta información de valores monetarios pero no de cantidades de productos. El valor monetario de estos insumos permite la selección de los insumos de base biológica empleados en una actividad económica y la posterior estimación de las cuotas de base biológica. Los insumos presentados se clasifican posteriormente, para cada actividad económica, en insumos totalmente de base biológica, parcialmente de base biológica y no de base biológica. Esto se muestra en el Cuadro 8.1.

| | ISIC Rev. 4 | Matriz de Uso Intermedio |
|-----------|--------------------|---------------------------------|
| 1 dígito | Producto | Valor monetario de insumos |
| 4 dígitos | Clase | Valor monetario de insumos |

Cuadro 8.1: Clasificación de datos semejante a la CIIU Rev. 4. y datos proporcionados por la Matriz de Usos Intermedio en dos niveles de agregación diferentes.

Fuente: compilación propia basada en la Matriz de Uso Intermedio del Banco Central de Uruguay y Clasificación Industrial Internacional.

Sin embargo, la disponibilidad de datos sigue siendo crucial para la evaluación de la bioeconomía. Las limitaciones en la disponibilidad de datos revelan vacíos (véase 9.3.4

Limitaciones y vacíos de datos) que impiden realizar las estimaciones de bioeconomía previstas en la actualidad. Una vez que se recojan los datos necesarios, las estimaciones de las cuotas de base biológica previstas podrán actualizarse y utilizarse para evaluar si, por ejemplo, se han alcanzado los objetivos nacionales de bioeconomía una vez que los mismos hayan sido establecidos por las autoridades correspondientes.

8.1.5 Selección de actividades económicas de la bioeconomía

Partiendo de la definición de bioeconomía, un producto de base biológica se refiere a uno que consiste total o parcialmente en recursos biológicos renovables. Este tipo de productos se relaciona con el desarrollo de la bioeconomía en la medida en que refleja el uso de la biomasa en diversas actividades económicas y, por lo tanto, puede ser un actor importante en la sustitución de los insumos de origen fósil por materiales renovables. Por lo tanto, para hacer operativa esta definición, seleccionamos actividades económicas que de alguna manera convierten o procesan recursos de base biológica. Las actividades económicas seleccionadas se presentan en el Cuadro 8.2. Sin embargo, estrategias nacionales abordan el desarrollo de la bioeconomía desde diferentes perspectivas (De Besi y McCormick, 2015), lo que podría conducir a la inclusión de una gama diversa de sectores y actividades como parte del desarrollo de la bioeconomía. Se hace necesario, a medida que la estrategia nacional de bioeconomía de Uruguay se desarrolla en el tiempo, revisar y ajustar la definición de bioeconomía, así como los sectores y actividades de interés.

| Sector | Descripción | Cuota de base biológica | Fuente de datos |
|--------|------------------------------|--|--------------------------|
| A | Agricultura | 100 % | Cuentas Nacionales |
| C | Manufactura | Insumos de cuota biológica en actividades económicas | Matriz de Uso Intermedio |
| G, I | Comercio; Hospedaje y comida | Insumos de cuota biológica en actividades económicas | Matriz de Uso Intermedio |

Cuadro 8.2: Sectores económicos seleccionados para la estimación de las cuotas de base biológica y la evaluación de la sostenibilidad de la bioeconomía en Uruguay.

Fuente: compilación propia basada en la Matriz de Uso Intermedio del Banco Central de Uruguay y Clasificación Industrial Internacional Uniforme de Todas las Actividades Económicas (CIIU), Rev.4.

Si bien en la Sección 8.1.6 se detalla el cálculo aplicado, la premisa básica para el cálculo de las cuotas de base biológica para el sector manufacturero es la evaluación de los insumos materiales que entran en las actividades económicas (4 dígitos), es decir, siguiendo un enfoque basado en los insumos. Por lo tanto, al seleccionar otras actividades económicas que son relevantes dentro del desarrollo de la bioeconomía en Uruguay, también estimamos sus respectivas cuotas de base biológica basadas en el valor monetario de sus insumos de base biológica a partir de los datos oficiales presentados en el MUI para los años 2012 y 2016.

8.1.6 Estimación de cuotas de base biológica

La información monetaria presentada en la Matriz de Uso Intermedio se utiliza para la estimación de las cuotas de base biológica de la bioeconomía. Sin embargo, debemos enfatizar que nos basamos en estos valores monetarios ya que faltan los valores físicos en la fuente de datos utilizada. Estos valores monetarios representan solamente datos de aproximación. El enfoque sectorial se basa en dicha información monetaria para el seguimiento de la bioeconomía y la presenta a través del sistema de clasificaciones económicas. Inicialmente, seleccionamos las actividades económicas relevantes, es decir, aquellas que consideramos que se basan en el uso de recursos biológicos. Por lo tanto, nos centramos en el contenido de los insumos utilizados a lo largo de los procesos de fabricación. Por lo tanto, para estimar la bioeconomía, consideramos un enfoque de insumos, es decir, la proporción de recursos biológicos utilizados en una actividad económica (Efken *et al.*, 2016; Iost *et al.*, 2020; Iost *et al.*, 2019). La Matriz de Uso Intermedio cubre la estructura de insumos de las diferentes actividades económicas de la Sección C y estas actividades económicas se clasifican siguiendo la CIIU Rev. 4. La composición de los datos a nivel agregado (1 dígito) permite una amplia identificación de lo que puede constituir productos de base biológica (por ejemplo, productos agrícolas, productos ganaderos, productos forestales, productos cárnicos y productos textiles) en la Sección C, permitiendo así una visión inicial de la bioeconomía dentro de un país. Sin embargo, no podemos identificar lo que constituye un insumo total o parcialmente de base biológica utilizado en las actividades económicas dentro de la Sección C sólo utilizando datos agregados. Disponer de datos detallados sobre los insumos utilizados en las actividades económicas (4 dígitos) permite, por tanto, una mejor identificación de lo que constituye un insumo de base biológica o no. La Matriz de Uso Intermedio proporciona una lista de insumos para cada actividad económica en la Sección C. Por ejemplo, para "Fabricación de otros textiles n.c.o.p." (no comprendidos en otras partes) (clase 1399) existe una lista detallada de todos los insumos utilizados en su proceso de producción. Teniendo en cuenta esta información, seleccionamos la lista completa de insumos para cada actividad económica con el fin de decidir si el respectivo insumo contiene recursos biológicos. Los insumos totalmente biológicos representan insumos que, de manera inequívoca, contienen recursos biológicos renovables y los parcialmente biológicos representan insumos que pueden contener una mezcla de recursos biológicos renovables y no renovables. Por ejemplo, podría considerarse que algunas actividades económicas emplean insumos parcialmente biológicos (por ejemplo, los textiles pueden contener simultáneamente una mezcla de algodón y poliéster) y, por tanto, pueden excluirse como insumos totalmente biológicos. Sobre la base de los datos detallados disponibles, se examinaron los insumos parcialmente biológicos para las actividades económicas de la Sección C. Identificamos los insumos total y parcialmente biológicos para 2012 y 2016 para la Sección C e I.

Para ello, (Iost *et al.*, 2020) e (Iost *et al.*, 2019) proporcionan la base metodológica para la cuantificación de la bioeconomía. La metodología aplicada se basa en un concepto para el

seguimiento de la bioeconomía que se centra en la producción de recursos biológicos y la fabricación o el procesamiento de recursos biológicos, es decir, las actividades económicas relevantes para la bioeconomía. En resumen, las cuotas de base biológica se calculan como la cuota de insumos de base biológica de todos los insumos de la respectiva actividad económica. Es necesario tener en cuenta que las cuotas de base biológica se calculan a partir de las actividades económicas (214 para 2012 y 190 para 2016) y los insumos (134 para 2012 y 110 para 2016) a un nivel de 4 dígitos. Para algunas actividades, sin embargo, no es posible estimar los porcentajes exactos de base biológica y se calculan los porcentajes mínimos y máximos de base biológica. Por lo tanto, también existe la posibilidad de calcular un rango mínimo-máximo; esto refleja la dificultad en asignar claramente el uso de recursos biológicos a determinadas actividades económicas. La cuota mínima de base biológica indica la cuota más baja (totalmente de base biológica) de la biomasa, mientras que la cuota máxima de base biológica indica la cuota más alta (totalmente de base biológica más parcialmente de base biológica) del uso de la biomasa (Iost *et al.*, 2020; Iost *et al.*, 2019). Como paso final, para determinar la cuota de base biológica en la Sección C, el valor monetario de los insumos total y parcialmente de base biológica empleados en las actividades económicas de la Sección C se divide por el valor monetario total de los insumos en la Sección C (ver Ecuación 1). El mismo procedimiento aplica a la Sección I.

$$\text{Ecuación 1: Cuota biológica Sección C} = \frac{\text{Total Insumos Base Biológica por Actividad Económica}}{\text{Total Insumos Sección C}}$$

Las cuotas de base biológica resultantes se presentan y se aplican posteriormente para la evaluación de los efectos de sostenibilidad. El método de cálculo presentado aquí con datos oficiales revela las actividades económicas de base biológica y puede utilizarse para revelar nuevas actividades de base biológica cuando se actualicen los datos oficiales.

8.2 Análisis de efectos de sostenibilidad

Para dar una idea de los efectos de la bioeconomía sobre la sostenibilidad a nivel nacional y permitir una interpretación inicial de su rendimiento y desarrollo, evaluamos la contribución de la bioeconomía a la consecución de determinados ODS. Para ello, las cuotas totales de base biológica obtenidas se aplican a indicadores económicos, sociales y ambientales como el empleo, el valor agregado, la formación bruta de capital fijo y los gases de efecto invernadero para determinar la proporción que podría atribuirse claramente a la bioeconomía. Nuestra principal hipótesis para este cálculo es que las estimaciones de las cuotas de base biológica también son válidas para los diferentes efectos de sostenibilidad económica y ambiental y, por tanto, son aplicables a cualquier indicador basado en un único valor, por ejemplo, las unidades de empleo, el valor agregado, la formación bruta de capital fijo y las emisiones de

gases de efecto invernadero, permitiendo así cuantificar una amplia gama de indicadores de sostenibilidad. Por lo tanto, para calcular el valor de base biológica de un indicador, aplicamos la cuota total de base biológica a los respectivos valores de los indicadores económicos y ambientales, es decir, la evaluación sectorial de los efectos de la sostenibilidad se basa en la cuantificación de las cuotas de base biológica por actividad económica.

8.2.1 Selección de efectos de sostenibilidad e indicadores

La evaluación de sostenibilidad a nivel sectorial pone los efectos de sostenibilidad de la bioeconomía en perspectiva con los efectos de la economía en su conjunto y/o con objetivos nacionales. Para comenzar con la evaluación, se deben seleccionar los efectos de sostenibilidad relevantes, así como indicadores relacionados que aborden las metas nacionales. Para la selección de los efectos e indicadores de sostenibilidad partimos de los sectores de interés, indicados en el (GIT-BS, 2020), en cuanto a los objetivos de desarrollo de la bioeconomía en Uruguay. Estos son: alimentos y bebidas, recursos forestales, química y farmacéutica, turismo sostenible, recursos biológicos acuáticos y valorización de residuos y subproductos. Por ejemplo, el progreso hacia la consecución de los objetivos nacionales para el desarrollo de la bioeconomía descritos en la Estrategia de Bioeconomía Sostenible de Uruguay (GIT-BS, 2020) podría ser un objetivo de evaluación. Cuantificar la contribución de la bioeconomía a las metas nacionales de los ODS podría ser otro objetivo de evaluación. El Cuadro 8.3 muestra diferentes sectores de interés para el desarrollo de la bioeconomía y las obligaciones nacionales de información (Naciones Unidas y el REDD+ Programa para la Reducción de Emisiones causadas por la Deforestación y la Degradación Forestal).

| Documento de Estrategia de Bioeconomía de Uruguay | PNA - Agro | UN-SDG Uruguay | REDD + |
|--|---------------------------------|---|--------------|
| Sectores clave para el desarrollo de la bioeconomía son: alimentos y bebidas, recursos forestales, química y farmacéutica, turismo sostenible, recursos biológicos acuáticos y valorización de residuos y subproductos | ODS: 2, 5, 6, (8), 11, 13, y 15 | SDGs para 2017: 1, 2, 3, 5, 9, y 14 ODS para 2018: 6, 7, 11, 12, y 15 ODS para 2019: 4, 8, 10, 13, 16, y 17 | ODS: 13 y 15 |

Cuadro 8.3: Sectores clave para el desarrollo de la bioeconomía en Uruguay y su relación con los ODS.

Fuente: **Calicioglu, Ö. & Bogdanski, A.** 2021. Linking the bioeconomy to the 2030 sustainable development agenda: Can SDG indicators be used to monitor progress towards a sustainable bioeconomy? *New Biotechnology*, 61: 40-49. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2020.10.010>.

Sin embargo, el borrador de la estrategia de bioeconomía no define oficialmente los ODS para el desarrollo de la bioeconomía en Uruguay. En esta Sección se calculan estimaciones para el ODS 8 (Trabajo Decente y Crecimiento Económico) y el ODS 13 (Acción por el Clima) y en su

lugar comparamos su evolución desde 2012 hasta 2016. Los indicadores seleccionados para la evaluación son el empleo, las remuneraciones, la formación bruta de capital fijo, el valor añadido bruto y las emisiones de efecto invernadero. Además, se debería considerar a futuro, siempre que la disponibilidad de datos lo permita, estimaciones del ODS 12 (Producción y Consumo Responsables) ya que el mismo tiene relevancia para el desarrollo de la bioeconomía.

8.2.2 Fuentes de datos y cálculos

Los requerimientos de datos son fundamentales para permitir el seguimiento de la bioeconomía. Por lo tanto, los vacíos de datos representan un reto que hay que superar ya que podrían conducir a una selección de indicadores inadecuada (Hák, Janoušková and Moldan, 2016). A continuación, se describen las fuentes de datos para los indicadores seleccionados.

Para la evaluación económica, los datos del INE proporcionan información sobre el valor agregado y la formación bruta de capital fijo. La condición de elegibilidad para participar en las Encuestas de Actividad Económica (EAE) del INE es que la empresa debe tener un personal anual promedio mayor o igual a 10 empleados ocupados dependientes (INE, 2014). Estos datos se actualizan periódicamente y cubren varios años. Se basan en diversas fuentes locales y reflejan las actividades económicas en Uruguay. Aunque están muy agregados, son clave en la evaluación de los efectos de la bioeconomía sobre la sostenibilidad. Utilizamos el INE para cuantificar el valor añadido, la formación bruta de capital fijo, el empleo y las remuneraciones. En general, los datos están disponibles a niveles agregados, con la excepción de la MUI, que está en el nivel detallado de 4 dígitos. Para la evaluación ambiental, los datos del Observatorio Nacional del Medio Ambiente y del Balance Energético Nacional proporcionan información sobre las emisiones de gases de efecto invernadero y el uso de biomasa para la generación de energía. Nos centramos en la generación de energía a partir de la biomasa, ya que refleja la influencia del sector manufacturero. Aunque los datos de los indicadores ambientales no especifican las clases a un nivel de 4 dígitos, se refieren a sectores económicos amplios. Para la evaluación social, los datos sobre el empleo y remuneraciones proceden del Instituto Nacional de Estadística. Permiten evaluar el empleo y las remuneraciones por sectores y lo detallan como unidades de puestos de trabajo, posiblemente reflejando el número de personas empleadas, pero no especifican el rango de ingresos, la edad o el tipo de contrato así mismo las remuneraciones tan sólo indican un valor en millones de pesos. No obstante, estos datos pueden utilizarse para cuantificar el número total de unidades de puestos de trabajo y las remuneraciones en la bioeconomía. Adicionalmente, las diferentes metodologías usadas para la recolección de datos proporcionan resultados diferentes. Este es el caso de datos del Instituto Nacional de Estadística y del Banco Central de Uruguay cuando se usan ambos para la evaluación de los indicadores de sostenibilidad (ver Cuadro 9.6). Ya que la información detallada con respecto a las actividades económicas está solamente disponible

para 2012, nos basamos en el supuesto de que la economía de Uruguay no tuvo ningún cambio estructural significativo del 2012 al 2016. Por consiguiente, utilizamos los ratios de las secciones A y B y G e I y los aplicamos a la información del 2016.

Para el cálculo de los valores de los indicadores empleamos las cuotas MIN para las secciones C e I de los años 2012 y 2016 (ver Cuadro 9.3) y las aplicamos a los datos de los indicadores seleccionados. Por ejemplo, la cuota de la Sección C (Manufacturera) del año 2012 (56,41 %) se aplica a los datos de los indicadores sobre, por ejemplo, el empleo específico de la Sección C, con lo que se obtiene la unidad de puestos de trabajo atribuibles a la bioeconomía en el año 2012. El mismo procedimiento se lleva a cabo con los porcentajes de la Sección I. No realizamos ningún cálculo para la Sección A.

8 Sectoral analysis methodology

This Section presents a methodological approach to monitor bioeconomy development and sustainability effects at the sectoral level. The sectoral analysis allows understanding the size of the bioeconomy in the national economy. It provides information on how the bioeconomy is developing in comparison to other economic sectors and with respect to its sustainability effects. We present sectoral data, describe the method of estimating bio-based shares showing the use of bio-based inputs in manufacturing processes, and conclude with a sectoral assessment of sustainability effects. Finally, we summarize our preliminary results and present their potential implications for policy development.

8.1 Conceptual framework

For the monitoring of the bioeconomy in Uruguay, this section first presents the idea behind the estimation of bio-based shares, the system boundaries, and then collects relevant data used for the analysis of the economic sectors and for the quantification of the sectors' bio-based shares and ends by assessing the sustainability effects for the development of the bioeconomy. The sectoral analysis includes economic activities related to the production, processing or conversion of bio-based resources. It therefore assesses the relevance of the bioeconomy using information available in the System of National Accounts. It estimates the bio-based shares in the different economic activities within the primary, manufacturing and service sectors, thus determining the contribution of the bioeconomy. However, the sectoral data are mostly monetary data and do not provide complete information on the quantities of biomass involved (Iost *et al.*, 2020).

8.1.1 Concept of bio-based shares of economic activities

Biological resources processed and used within economic activities can give an idea of their importance to the economy. However, the identification of such importance is complex. While in the first stage of production of biological resources, i.e. in the agricultural sector, this can be discerned quite directly, it is more challenging in other sectors. However, it is possible to identify economic activities that in some way produce, process or use biological resources; this is the selection of economic activities considered to be part of the bioeconomy. However, while some economic activities are clearly attributable to the bioeconomy, others require that their share based on the use of biological resources is calculated. The objective of quantifying bio-based shares is to track the use and processing of biological resources within economic activities. Basically, these shares are calculated by assessing the biological resources that enter into economic activities (see Figure 8.1). Therefore, the calculation of the share of biological resources of an economic activity that enters the manufacturing process becomes the relevant figure that determines the bioeconomy share of that activity (Efken *et al.*, 2016). The

calculation of bio-based shares allows delineating the bioeconomy from the economy as a whole.

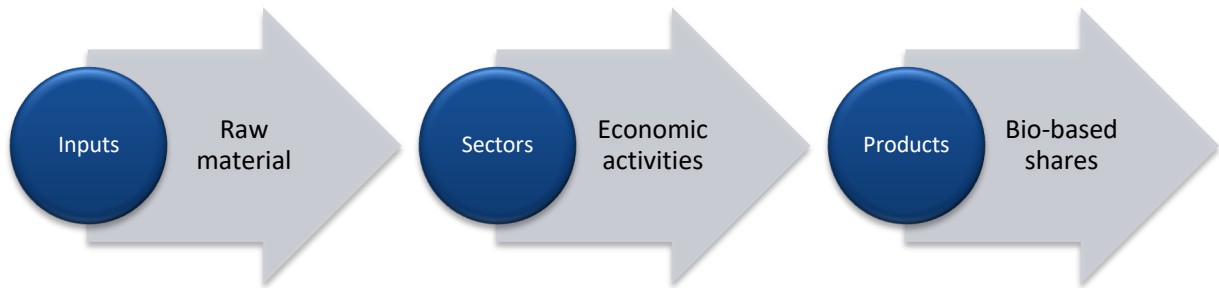


Figure 8.1: Steps for the calculation of bio-based shares for the sectoral analysis.

Source: Iost, S., Geng, N., Schweinle, J., Banse, M., Brüning, S., Jochem, D., Machmüller, A. & Weimar, H. 2020. Setting up a bioeconomy monitoring: Resource base and sustainability. Thünen Working Paper 149. Hamburg (Germany), Thünen Institute. <https://www.gjae-online.de/articles/german-bioeconomy-economic-importance-and-concept-of-measurement/>

8.1.2 System boundaries

The development of the bioeconomy aims at the sustainable use of bio-based resources in manufacturing processes and services. Over time, these processes and services could change their use of biological resources. To observe these changes, it is necessary to establish boundaries within which to monitor. System boundaries are defined as geographic, temporal and technical. In the case of Uruguay, the development of the bioeconomy takes place at the national level. Regarding the temporal level, the monitoring covers the years 2012 and 2016. Technically, it refers to sectors based totally or partially on biological resources. Therefore, in order to observe such changes within the system boundary, the sectoral approach is based on the data of economic activities as presented by the Central Bank of Uruguay (CBU).

8.1.3 Data sources

Given the interest in relating the sustainable use of bio-based resources in different economic sectors and to observe changes in the use of bio-based resources in various economic activities, the size of the bioeconomy is estimated from data on economic activities presented in the framework of the International Standard Industrial Classification of All Economic Activities (ISIC) (Naciones Unidas, 2007). It is therefore possible to estimate the size of the bioeconomy from sectoral data and use it to assess the development of the bioeconomy over time and in comparison, with other regions and countries (Ronzon and M'Barek, 2018). Official and regularly updated information allows determining the share of biological resources used

by different economic activities in the primary and manufacturing sectors. Following this approach, we identify sectors that contain activities that produce and process biological resources and are therefore considered relevant to the bioeconomy. We consider Section A (Agriculture, Forestry and Fisheries) to be entirely based on biological resources and therefore no calculation is necessary. We then estimate the use of bio-based inputs for all remaining Sections C, D-E, F, G-I, H-J, K, L, M-N, O, and P-Q-R-S-T (see Annex A). Next, for Section C (Manufacturing) and Section I (Food and Beverages), we estimate total and partial bio-based shares from official statistics. The input data used for the estimation of bio-based shares originate from the Intermediate Use Matrix of the Central Bank of Uruguay. The resulting bio-based shares are applied to selected indicators such as employment units, remunerations, gross value added, gross fixed capital formation and greenhouse gas emissions.

The necessary data for estimating the bioeconomy should be public and regularly updated. Data available from official sources allow for establishing the basis for monitoring the bioeconomy and for making comparisons over time and between countries, since they are usually based on internationally harmonized classification frameworks. Based on this premise, official statistics (e.g. from the Central Bank or Statistical Offices) are preferred as a source of data given their periodicity and public availability. For the calculation of the bio-based shares for Section C (Manufacturing) and Section I (Food and Beverages), data from the Intermediate Use Matrix² (IUM) of the Central Bank of Uruguay for the years 2012 and 2016 were used. It details how manufacturing industries use products offered within the national economy as inputs. It provides information by product and industry at the aggregate level (by product group) and detailed level (by input) in millions of pesos at current prices. Additionally, for the calculation of sustainability indicators, employment and production data from the National Institute of Statistics of Uruguay (INE), the employment and value-added matrix from the Supply and Use Table from the Central Bank of Uruguay, and greenhouse gas emissions data from the National Environmental Observatory provided by the Ministry of Environment of Uruguay were used. The National Energy Balance was also used to analyse the use of biomass for energy generation. In the following section, this report presents the description of the relevant statistical data sources for the estimation of the bio-based shares and the assessment of sustainability effects.

² Data for Intermediate Use Matrix (translated from Matriz de Uso Intermedio in Spanish) from Banco Central de Uruguay is available at: <https://www.bcu.gub.uy/Estadisticas-e-Indicadores/Paginas/Utilizaci%C3%B3n-intermedia-pc.aspx>

8.1.4 Intermediate Use Matrix

To monitor the use of renewable biological resources in production, transformation and manufacturing processes, it is necessary to identify inputs of biological origin during these processes and to account for them in the finished products or services. For this purpose, regularly updated official statistics based on a harmonized system of the International Standard Industrial Classification of All Economic Activities (ISIC), Rev.4 (United Nations, 2008) are the preferred source of data.

The Central Bank of Uruguay states that the Intermediate Use Matrix (IUM) shows the use made by industries of the products offered in the economy, as inputs to be incorporated into production. For each industry, it shows the breakdown of its intermediate consumption by product, and for each product, which industry used it. The IUM thus provides information on the use of inputs within Uruguay's economy. It details how manufacturing industries use the products offered within the national economy as inputs. It provides information by product and industry and is presented for the years 2012 and 2016 at aggregate (1-digit) and detailed (4-digit) levels in millions of pesos at current prices. It reports information on monetary values but not on product quantities. The monetary value of these inputs allows the selection of bio-based inputs used in an economic activity and the subsequent estimation of bio-based shares. The inputs presented are then classified, for each economic activity, into fully bio-based, partially bio-based and non-bio-based inputs. This is shown in Table 8.1.

| | ISIC Rev. 4 | Intermediate Use Matrix |
|--------------|--------------------|--------------------------------|
| 1 digit code | Product Section | Monetary value of inputs |
| 4 digit code | Product class | Monetary value of inputs |

Table 8.1: Data classification similar to ISIC Rev 4. and data provided by the Intermediate Use Matrix at two different aggregation levels.

Source: own compilation based on Intermediate Use Matrix from Central Bank of Uruguay and International Standard Industrial Classification of All Economic Activities (ISIC), Rev.4.

However, data availability remains crucial for the assessment of the bioeconomy. Limitations in data availability reveal gaps (see 9.3.4 Limitations and data gaps) that prevent conducting the estimation of the currently planned bioeconomy estimates. Once the necessary data are collected, estimates of planned bio-based shares can be updated and used to assess whether, for example, national bioeconomy targets have been met once they have been set by the relevant authorities.

8.1.5 Selection of economic activities of the bioeconomy

Based on the definition of bioeconomy, a bio-based product refers to one that consists wholly or partially of renewable biological resources. This type of product is related to the development of the bioeconomy insofar as it reflects the use of biomass in various economic activities and, thus, can be an important player in the substitution of fossil-based inputs by renewable materials. Therefore, to operationalize this definition, we selected economic activities that in some way convert or process bio-based resources. The selected economic activities are presented in Table 8.2. However, national strategies approach bioeconomy development from different perspectives (De Besi and McCormick, 2015), which could lead to the inclusion of a diverse range of sectors and activities as part of bioeconomy development. It becomes necessary, as Uruguay's national bioeconomy strategy develops over time, to review and adjust the definition of bioeconomy, as well as the sectors and activities of interest.

| Section | Description | Bio-based share | Data source |
|---------|---|---|-------------------------|
| A | Agriculture, Forestry, Fisheries | 100 percent | National Accounts |
| C | Manufacturing | Bio-based inputs into economic activities | Intermediate Use Matrix |
| G, I | Wholesale and retail trade; Accommodation and food service activities | Bio-based inputs into economic activities | Intermediate Use Matrix |

Table 8.2: Selected economic sectors for bio-based shares estimation and sustainability assessment of the bioeconomy in Uruguay.

Source: own compilation based on Intermediate Use Matrix from Central Bank of Uruguay and International Standard Industrial Classification of All Economic Activities (ISIC), Rev.4.

While Section 8.1.6 details the applied calculation, the basic premise for the calculation of the bio-based shares for the manufacturing sector is the assessment of the material inputs entering the economic activities (4 digits), i.e. following an input-based approach. Therefore, by selecting other economic activities that are relevant within the development of the bioeconomy in Uruguay, we also estimate their respective bio-based shares based on the monetary value of their bio-based inputs from the official data presented in the IUM for the years 2012 and 2016.

8.1.6 Estimation of bio-based shares

The monetary information presented in the Intermediate Use Matrix is used for the estimation of the bio-based shares of the bioeconomy. However, we must emphasize that we rely on these monetary values since physical values are missing from the data source used. These monetary values represent only approximation data. The sectoral approach relies on such monetary information to track the bioeconomy and presents it through the economic classifications system. Initially, we selected relevant economic activities, i.e. those that we

consider to be based on the use of biological resources. As thus, we focus on the content of inputs used throughout the manufacturing processes. Therefore, to estimate the bioeconomy, we consider an input approach, i.e. the proportion of biological resources used in an economic activity (Efken *et al.*, 2016; Iost *et al.*, 2020; Iost *et al.*, 2019). The Intermediate Use Matrix covers the input structure of the different economic activities in Section C and these economic activities are classified following ISIC Rev. 4. The composition of the data at the aggregate level (1 digit) allows a broad identification of what may constitute bio-based products (e.g. agricultural products, livestock products, forestry products, meat products, and textile products) in Section C, thus allowing an initial view of the bioeconomy within a country. However, we cannot identify what constitutes a fully or partially bio-based input used in economic activities within Section C only by using aggregated data. Having detailed data on inputs used in economic activities (4-digit) therefore allows for better identification of what constitutes a bio-based input or not. The Intermediate Use Matrix provides a list of inputs for each economic activity in Section C. For example, for "Manufacture of other textiles n.e.c. (not elsewhere classified)", class 1399, there is a detailed list of all inputs used in its production process. Taking this information into account, we select the complete list of inputs for each economic activity in order to decide whether the respective input contains biological resources. Fully biological inputs represent inputs that unambiguously contain renewable biological resources and partially biological inputs represent inputs that may contain a mixture of renewable and non-renewable biological resources. For example, some economic activities could be considered to use partially bio-based inputs (e.g. textiles may simultaneously contain a mixture of cotton and polyester) and can therefore be excluded as fully bio-based inputs. Based on the detailed data available, we examined the partially biological inputs for the economic activities in Section C. We identified the fully and partially biological inputs for 2012 and 2016 for Section C and I.

For this purpose, Iost *et al.* (2020) and Iost *et al.* (2019) provide the methodological basis for the quantification of the bioeconomy. The applied methodology is based on a concept for tracking the bioeconomy that focuses on the production of biological resources and the manufacturing or processing of biological resources, i.e. the economic activities relevant to the bioeconomy. In short, bio-based shares are calculated as the share of bio-based inputs of all inputs of the respective economic activity. It should be noted that the bio-based shares are calculated from economic activities (214 for 2012 and 190 for 2016) and inputs (134 for 2012 and 110 for 2016) at a 4-digit level. For some activities, however, it is not possible to estimate exact bio-based percentages, thus minimum and maximum bio-based percentages are calculated. As such, there is also the possibility of calculating a minimum-maximum range; this reflects the difficulty in clearly allocating the use of biological resources to certain economic activities. The minimum bio-based share indicates the lowest (fully bio-based) share of biomass, while the maximum bio-based share indicates the highest (fully bio-based plus partially bio-based) share of biomass use (Iost *et al.*, 2020; Iost *et al.*, 2019). As a final step, to determine the bio-based share in Section C, the monetary value of fully and partially bio-based

inputs used in economic activities in Section C is divided by the total monetary value of inputs in Section C (see Equation 1). The same procedure applies to Section I.

Equation 1:

$$\text{Bio – based share Section C} = \frac{\text{Total Bio–based Inputs per Economic Activity}}{\text{Total Inputs Section C}}$$

The resulting bio-based shares are presented and subsequently applied for the assessment of sustainability effects. The calculation method presented here with official data reveals bio-based economic activities and can be used to reveal new bio-based activities when official data are updated.

8.2 Assessment of sustainability effects

To give an idea of the impact of the bioeconomy on sustainability at the national level and allow an initial interpretation of its performance and development, we assess the contribution of the bioeconomy to the achievement of selected SDGs. To do so, the total bio-based shares obtained are applied to economic, social and environmental indicators such as employment, value added, gross fixed capital formation and greenhouse gases to determine the share that could be clearly attributed to the bioeconomy. Our main assumption for this calculation is that the estimates of bio-based shares are also valid for different economic and environmental sustainability effects and are therefore applicable to any indicator based on a single value, e.g. employment units, value added, gross fixed capital formation and greenhouse gas emissions, thus allowing a wide range of sustainability indicators to be quantified. Therefore, to calculate the bio-based value of an indicator, we apply the total bio-based share to the respective values of the economic and environmental indicators, i.e. the sectoral assessment of sustainability impacts is based on the quantification of bio-based shares by economic activity.

8.2.1 Selection of sustainability effects and indicators

Sustainability assessment at the sectoral level puts the sustainability effects of the bioeconomy in perspective with the impacts of the economy as a whole and/or with national targets. To start with the assessment, relevant sustainability effects as well as related indicators that address the national targets must be selected. For the selection of sustainability effects and indicators we start from the sectors of interest, indicated in the (IWP-BS, 2020), regarding the bioeconomy development goals in Uruguay. These are: food and beverages, forestry resources, chemicals and pharmaceuticals, sustainable tourism, aquatic biological resources and waste and by-product valorization. For example, progress towards achieving the national targets for bioeconomy development described in the Uruguayan Sustainable Bioeconomy Strategy (IWG-BS, 2020) could be a target for evaluation. Quantifying

the contribution of the bioeconomy to national SDGs targets could be another evaluation objective. Table 8.3 shows different sectors of interest for bioeconomy development and national reporting obligations (United Nations and REDD+ Programme on Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation Program).

| Uruguay Bioeconomy Strategy Document | PNA - Agro | UN-SDG Uruguay | REDD + |
|--|------------------------------------|---|----------------|
| Key sectors for bioeconomy development are: food and beverages, forestry resources, sustainable tourism, residuals and sub-products, biological aquatic resources, and chemical and pharmaceutical | SDGs: 2, 5, 6, (8), 11, 13, and 15 | SDGs for 2017: 1, 2, 3, 5, 9, and 14 SDGs for 2018: 6, 7, 11, 12, and 15 SDGs for 2019: 4, 8, 10,13, 16, and 17 | SDGs:13 and 15 |

Table 8.3: Key sectors for bioeconomy development in Uruguay and their relationship with SDGs.

Source: **Calicioglu, Ö. & Bogdanski, A.** 2021. Linking the bioeconomy to the 2030 sustainable development agenda: Can SDG indicators be used to monitor progress towards a sustainable bioeconomy? *New Biotechnology*, 61: 40-49. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2020.10.010>

However, the draft of the Bioeconomy Strategy does not officially define the SDGs for bioeconomy development in Uruguay. In this section we calculate estimates for SDG 8 (Decent Work and Economic Growth) and SDG 13 (Climate Action) and compare their evolution from 2012 to 2016. The indicators selected for the assessment are employment, wages, gross fixed capital formation, gross value added and greenhouse emissions. In addition, estimates of SDG 12 (Responsible Production and Consumption) should be considered in the future, as long as data availability allows, since it is relevant for the development of the bioeconomy.

8.2.2 Data sources and calculation

Data requirements are fundamental to enable monitoring of the bioeconomy. Therefore, data gaps represent a challenge to overcome as they could lead to inadequate indicator selection (Hák, Janoušková and Moldan, 2016). The data sources for the selected indicators are described below.

For the economic evaluation, National Institute of Statistics (INE) data provide information on value added and gross fixed capital formation. The eligibility condition for participating in INE's Economic Activity Surveys (EAS) is that the firm must be greater than or equal to 10 dependent employees (INE, 2014). These data are updated periodically and cover several years. They are based on various local sources and reflect economic activities in Uruguay. Although they are

highly aggregated, they are key in assessing the effects of the bioeconomy on sustainability. We use the INE to quantify value added, gross fixed capital formation, employment and wages. In general, data are available at aggregate levels, with the exception of IUM, which is at the detailed 4-digit level. For environmental assessment, data from the National Environmental Observatory and the National Energy Balance provide information on greenhouse gas emissions and biomass use for power generation. We focus on energy generation from biomass, as it reflects the influence of the manufacturing sector. Although the environmental indicator data do not specify classes at a 4-digit level, they refer to broad economic sectors. For the social assessment, the data on employment and remunerations are from the National Institute of Statistics. They allow an assessment of employment and wages by sector and are detailed as units of jobs, possibly reflecting the number of people employed, but do not specify income range, age or type of contract and wages only indicate a value in millions of pesos. Nevertheless, these data can be used to quantify the total number of job units and remunerations in the bioeconomy. Additionally, the different methodologies used for data collection provide different results. This is the case for data from the National Institute of Statistics and the Central Bank of Uruguay when both are used for the evaluation of sustainability indicators (see Table 9.6). Since detailed information regarding economic activities is only available for 2012, we rely on the assumption that Uruguay's economy did not have any significant structural changes from 2012 to 2016. Therefore, we use the ratios from Sections A and B and G and I and apply them to the 2016 information.

To calculate the indicator values we used the MIN (minimum) shares for Sections C and I for the years 2012 and 2016 (see Table 9.3) and applied them to the selected indicator data. For example, the share of Section C (Manufacturing) for the year 2012 (56.41 percent) is applied to the indicator data on, for example, Section C-specific employment, thus obtaining the unit of jobs attributable to the bioeconomy in the year 2012. The same procedure is carried out with the percentages for Section I. We do not perform any calculation for Section A.

9 Resultados del monitoreo del análisis sectorial en Uruguay

9.1 Cuotas de base biológica de actividades económicas de la bioeconomía

Para identificar el uso de recursos biológicos en los procesos manufactureros se identificaron los insumos más utilizados en la Sección C. Para ello, considerando que el Banco Central del Uruguay denomina 134 insumos para el año 2012 y 110 insumos para el año 2016, se aplicó posteriormente un umbral de corte del 4 % al uso de insumos de base biológica para identificarlos. Se consideró una definición amplia de insumo de base biológica, que es aquella que relaciona el uso, proceso o modificación de los recursos biológicos con los participantes activamente asociados en su proceso productivo. Los insumos de base biológica identificados resultantes para 2012 y 2016 en la Sección C se presentan en el Cuadro 9.1.

| Insumo de base biológica | 2012 | 2016 |
|---|---------|---------|
| Arroz | 5.77 % | 4.80 % |
| Animales especie bovina | 29.64 % | 28.87 % |
| Leche sin procesar | 12.12 % | 8.77 % |
| Productos de la silvicultura y extracción de madera | 6.68 % | 10.94 % |

Cuadro 9.1: Insumos de cuota biológica más usados en la Sección C.

Fuente: compilación propia basada en la Matriz de Uso Intermedio del Banco Central de Uruguay para los años 2012 y 2016.

De los insumos que entran a todas las actividades económicas, uno exige una mirada más cercana: el transporte de carga. La información proporcionada para el transporte de carga no identifica el tipo de carga, pero asigna el valor monetario del servicio a cada actividad económica. Para 2012, alrededor del 40 % de este valor monetario se asignó a las actividades agrícolas y alrededor del 28 % para 2016. Sin embargo, el transporte de carga también está presente en las actividades económicas de la Sección C. Debido a la dificultad de asignarlo de manera inequívoca a la bioeconomía, se excluyó del análisis.

Como siguiente paso, presentamos en el Cuadro 9.2 el uso de insumos de base biológica por Sección. A partir de esta información, identificamos a la Sección C (Industria manufactura) y Sección G, I (Comercio, Alojamiento y Suministro de Comidas y Bebidas) como las secciones que más utilizaron insumos de base biológica. Para el caso de la Manufactura, alrededor del 58 % de los insumos utilizados en sus procesos productivos son considerados de base biológica

para el año 2012 mientras que disminuye a alrededor del 57 % para el año 2016. Hay que tener en cuenta que la información presentada para la Sección G, I ha sido agrupada. Por lo tanto, en este punto, no podemos diferenciarla. Sin embargo, observamos un incremento en el uso de insumos de base biológica para la Sección G, I de alrededor de 16 % en el 2012 al 17 % en 2016. Además, la Sección O (Actividades de Administración Pública) muestra que para los años 2012 y 2016 alrededor del 6 % de los insumos usados son considerados como de base biológica; sin embargo, no podemos asegurar el uso específico de tales insumos o si estos son parte de procesos de producción.

| Sección | Descripción | 2012 | 2016 |
|---------------|--|----------------|----------------|
| C | Industria manufactura | 57.91 % | 56.86 % |
| D, E | Energía eléctrica, gas, agua | 0.93 % | 1.12 % |
| F | Construcción | 0.94 % | 0.76 % |
| G, I | Comercio, alojamiento y suministro de comidas y bebidas | 15.98 % | 17.10 % |
| H, J | Transporte, almacenamiento y comunicaciones | 0.25 % | 0.22 % |
| K | Servicios financieros | 0.28 % | 0.25 % |
| L | Actividades inmobiliarias | 0.05 % | 0.13 % |
| M, N | Actividades profesionales y Arrendamiento | 0.65 % | 0.69 % |
| O | Actividades de administración pública | 5.79 % | 5.88 % |
| P, Q, R, S, T | Salud, Educación, Esparcimiento, Otros servicios | 2.92 % | 2.82 % |

Cuadro 9.2: Uso de insumos de cuota biológica a nivel de un dígito. La cuota de base biológica es calculada sobre insumos diferenciados de las secciones (1 dígito).

Fuente: cálculos propios basados en la Matriz de Uso Intermedio del Banco Central de Uruguay para los años 2012 y 2016.

Aunque las secciones G e I se presentaron inicialmente juntas (a nivel de 1 dígito), utilizando datos detallados (a nivel de 4 dígitos) identificamos en el Cuadro 9.3 las cuotas mínimas y máximas de base biológica para los años 2012 y 2016 para los sectores C (manufacturas), G (comercio) e I (Alojamiento y suministro de comidas y bebidas) a partir de los datos presentados en la Matriz de Uso Intermedio; la Matriz de Uso Intermedio muestra el uso que hacen las industrias de los productos ofrecidos en la economía, como insumos a ser incorporados en la producción proporcionando así información sobre el uso de insumos dentro de la economía uruguaya. Presentamos por lo tanto un rango (MIN-MAX) para el uso de recursos biológicos dada la dificultad de identificar su uso preciso; esto expone las limitaciones de los datos.

Por lo tanto, las cuotas presentadas se refieren específicamente al valor monetario de los insumos empleados en los procesos de producción. Además, teniendo en cuenta la baja cuota de uso de insumos de origen biológico en las Sección G, nos centraremos en la industria manufacturera y de comidas y bebidas, ya que son las secciones que más insumos de origen biológico utiliza en los años 2012 y 2016.

Para el año 2012, alrededor del 56 % del valor de los insumos utilizados en las actividades económicas de la Sección C son totalmente de base biológica y alrededor del 48 % en la Sección I. También observamos que para el año 2016 el valor de los insumos de base biológica utilizados en las actividades económicas de la Sección C disminuye a alrededor del 55 % pero incrementa en la Sección a alrededor del 50 %.

| Sección | Descripción | 2012 | | 2016 | |
|----------|--|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | MIN | MAX | MIN | MAX |
| C | Industria manufactura | 56.41 % | 61.93 % | 55.17 % | 60.69 % |
| G | Comercio | 1.87 % | 4.79 % | 1.33 % | 1.84 % |
| I | Alojamiento y suministro de comidas y bebidas | 48.38 % | 60.23 % | 49.77 % | 62.56 % |

Cuadro 9.3: Cuotas de base biológica MIN - MAX para las Secciones C, G e I para Uruguay para los años 2012 y 2016.

La cuota de base biológica es calculada sobre insumos diferenciados de las clases (hasta 4 dígitos) de las secciones C, G e I (1 dígito).

Fuente: cálculos propios basados en la Matriz de Uso Intermedio del Banco Central de Uruguay para los años 2012 y 2016.

Además, la información presentada en MUI para los años 2012 y 2016 proporciona el valor monetario de las clases; sin embargo, su descripción no coincide necesariamente entre años. Por ejemplo, para el año 2012 la clase C20 se define como " Curtido y adobo de cueros; fabricación de maletas, bolsos de mano y artículos de talabartería y guarnicionería; adobo y teñido de pieles ", mientras que para el año 2016 la clase C20 se define como "Fabricación de papel y de los productos de papel". Para conocer mejor el uso de insumos de origen biológico, se han identificado, dentro de la Sección C, las actividades económicas que utilizan insumos total y parcialmente de origen biológico y cuya descripción coincide (ver en Anejo A la lista completa). Se trata de las actividades C1 (Elaboración y conservación de carne y productos cárnicos excepto de carne de aves y cerdos), C6 (Elaboración de productos lácteos), I1 (Alojamiento), y I2 (Suministro de comidas y bebidas) las cuales se presentan en el Cuadro 9.4; los porcentajes presentados en este Cuadro 9.4 indican la proporción basada en recursos biológicos de estas actividades.

| Clase | Descripción | 2012 | | 2016 | |
|-------|--|---------|---------|---------|---------|
| | | MIN | MAX | MIN | MAX |
| C1 | Elaboración y conservación de carne y productos cárnicos excepto de carne de aves y cerdos | 89.98 % | 90.08 % | 89.11 % | 89.22 % |
| C6 | Elaboración de productos lácteos | 88.00 % | 88.10 % | 85.18 % | 85.20 % |
| I1 | Alojamiento | 30.36 % | 38.29 % | 32.06 % | 40.55 % |
| I2 | Suministro de comidas y bebidas | 64.93 % | 80.38 % | 64.27 % | 80.58 % |

Cuadro 9.4: Cuotas de base biológica MIN – MAX para las clases C1 y C6 para los años 2012 y 2016.

La cuota de base biológica es calculada sobre insumos diferenciados de las clases (hasta 4 dígitos) de la Sección C.

Fuente: cálculos propios basados en Matriz de Uso Intermedio del Banco Central de Uruguay para los años 2012 y 2016.

A continuación, presentamos las figuras 9.1 y 9.2, las cuales detallan gráficamente el valor monetario de los insumos de base biológica más utilizados en la Sección C en 2012 y 2016. Estas figuras detallan sólo el uso en la Sección C ya que es en esta Sección donde más se usan recursos de base biológica. Además, observamos una preeminencia del uso de insumos cárnicos y lácteos en el sector manufacturero. Para simplificar la presentación, se han definido las actividades con una sola palabra que representa su actividad; por ejemplo, como "Carne", "Leche", "Arroz", y "Otros" en donde esta última refleja el conjunto de insumos de menor proporción. Además, las cifras muestran sólo las actividades cuya descripción coincide.

Por ejemplo, la descripción de actividades económicas que empiezan a partir de C12 son diferentes entre los años 2012 y 2016. Para 2012 C12 es definida como "Elaboración de productos de fideería" mientras que para 2016 C12 es definida como "Destilación, rectificación y mezcla de bebidas alcohólicas; elaboración de productos de tabaco"; las descripciones para I1 e I2, sin embargo, coincidieron (ver en el Anexo A una lista completa de las actividades económicas tal como se presentan en la Matriz de Uso Intermedio para los años 2012 y 2016). Sin embargo, se utilizaron todas las actividades disponibles para el cálculo de las cuotas de base biológica, es decir, 45 actividades para 2012 y 38 actividades para 2016.

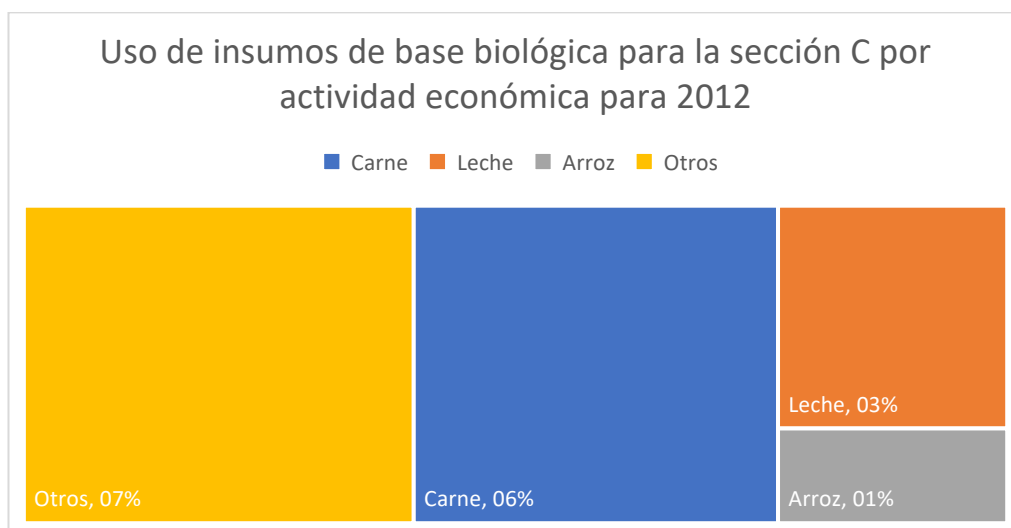


Figura 9.1: Uso de insumos de base biológica para la Sección C por actividad económica para 2012.

Otros incluyen el resto de los insumos con menor proporción.

Fuente: Preparado por F. Gordillo (Instituto Thünen) basado en la Matriz de Uso Intermedio del Banco Central de Uruguay para el año 2012.

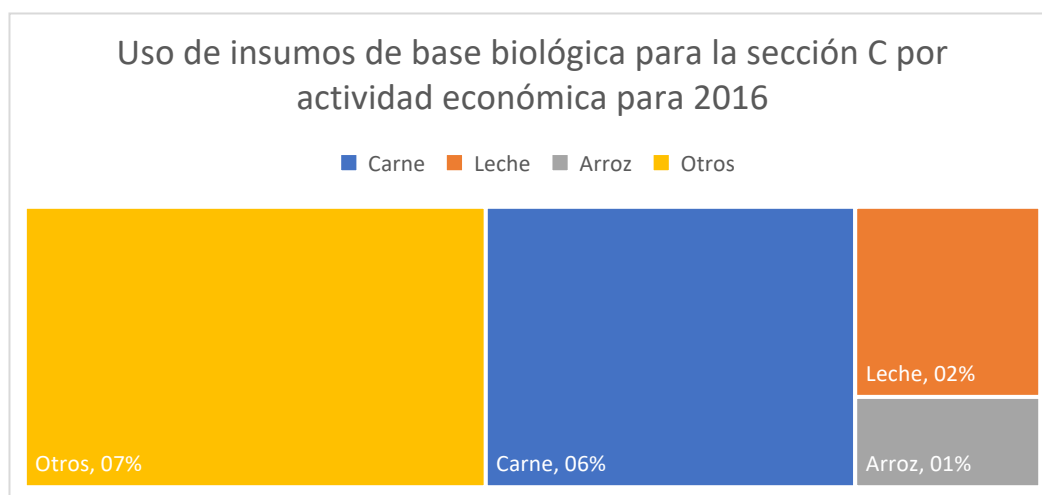


Figura 9.2: Uso de insumos de base biológica para la Sección C por actividad económica para 2016.

Otros incluyen el resto de los insumos con menor proporción.

Fuente: Preparado por F. Gordillo (Instituto Thünen) basado en la Matriz de Uso Intermedio del Banco Central de Uruguay para el año 2016.

A continuación, estos porcentajes son aplicados para la evaluación de los efectos de la sostenibilidad.

9.2 Efectos de sostenibilidad sectoriales de la bioeconomía

Ya que no existen al momento metas de sostenibilidad definidas a nivel nacional o para la bioeconomía de Uruguay, se han cuantificado seis indicadores que abordan el empleo, el desempeño económico, el calentamiento global, la oferta de energía sostenible y se los ha puesto en perspectiva con la economía en su conjunto. Para el cálculo de los indicadores, aplicamos la cuota total de base biológica para la evaluación de los efectos de la sostenibilidad económica y ambiental. El indicador empleado para el uso de biomasa para la generación de energía y para el consumo final energético por fuente se presentan, pero no sólo para los años 2012 y 2016 (ver 9.2.6, uso de biomasa para generación de energía (ODS7)). Para los GEI los datos provienen de los Indicadores Ambientales del Observatorio Nacional Ambiental (Cuadro 9.5).

| Indicadores de Sostenibilidad | 2012 | % de la economía en su conjunto | 2016 | % de la economía en su conjunto |
|--|-------|---------------------------------|--------|---------------------------------|
| GEI (GWP 100 AR2 – miles Gg CO ₂ e) | 5 909 | 38 % | 12 262 | 61 % |
| Consumo final energético por fuente in ktep (leña y carbón de leña – residuos de biomasa) (% del total) | 1 170 | 32 % | 1 747 | 38 % |

Cuadro 9.5: Indicadores de sostenibilidad para el monitoreo sectorial de la bioeconomía uruguaya para GEI y Consumo final energético para 2012 y 2016.

Fuente: cálculos propios basados en datos de GEI provenientes del Observatorio Nacional Ambiental del Ministerio de Ambiente y los datos de Consumo de Final Energético por Fuente en ktep provenientes del Balance Energético del Ministerio de Industria, Energía y Minería.

Para el cálculo de los indicadores, aplicamos la cuota total de base biológica para la evaluación de los efectos de la sostenibilidad económica y ambiental. El Cuadro 9.6 presenta la comparación de indicadores de sostenibilidad para el monitoreo sectorial de la bioeconomía uruguaya basados en INE y BCU para 2012 y 2016. Para el INE, la estimación de los indicadores de sostenibilidad usa datos de las Encuestas de Actividad Económica del Instituto Nacional de Estadística y para las estimaciones de GEI los datos vienen de los Indicadores Ambientales del Observatorio Nacional Ambiental. Para el BCU, presenta la estimación de los indicadores de sostenibilidad usando datos del “Cuadro de Oferta y Utilización”³ del Banco Central de Uruguay respecto a Empleo, Remuneraciones, y Valor Agregado Bruto, para la Formación Bruta de Capital Fijo los datos provienen de las Encuestas de Actividad Económica del INE.

³ Datos del Cuadro de Oferta y Utilización del Banco Central de Uruguay están disponibles en <https://www.bcu.gub.uy/Estadisticas-e-Indicadores/Paginas/Cuadro-de-Oferta-y-Utilizacion.aspx>

| Indicadores de Sostenibilidad | INE | | BCU | | INE | | BCU | |
|---|--------|---------------------------------|---------|---------------------------------|--------|---------------------------------|---------|---------------------------------|
| | 2012 | % de la economía en su conjunto | 2012 | % de la economía en su conjunto | 2016 | % de la economía en su conjunto | 2016 | % de la economía en su conjunto |
| Empleo (puestos de trabajo) | 72 725 | 12.88 % | 300 046 | 17.81 % | 70 155 | 11.42 % | 281 619 | 16.69 % |
| Remuneraciones (en millones de pesos uruguayos corrientes) | 25 848 | 12.65 % | 54 919 | 12.11 % | 39 864 | 11.36 % | 79 146 | 10.97 % |
| Formación bruta de capital fijo (en millones de pesos uruguayos corrientes) | 10 415 | 14.79 % | | | 10 265 | 9.87 % | | |
| Valor agregado bruto (en millones de pesos uruguayos corrientes) | 47 323 | 13.17 % | 178 096 | 17.90 % | 72 220 | 11.84 % | 236 952 | 15.36 % |

Cuadro 9.6: Comparación de indicadores de sostenibilidad para el monitoreo sectorial de la bioeconomía uruguaya basados en EAE y BCU para 2012 y 2016.

Fuente: cálculos propios basados en el "Cuadro de Oferta y Utilización" del Banco Central de Uruguay (CBU), la Encuesta de Actividades Económicas del Instituto Nacional de Estadística (INE).

La diferencia en las cifras se debe a la utilización de datos diferentes. Los datos de la EAE procedentes del INE representan la información comunicada en las encuestas de las empresas, mientras que los datos del Banco Central de Uruguay no sólo utilizan los datos del INE, sino que también contienen información relativa al territorio nacional basada en censos y ajustada por población. Por lo tanto, presentamos a continuación resultados usando ambas fuentes.

9.2.1 Empleo (SDG 8)

Dentro de la economía de un país, garantizar un empleo estable es crucial no sólo para el desarrollo social, sino también para el desarrollo económico, ya que la creación de puestos de trabajo puede reflejar el crecimiento de la productividad económica. Por lo tanto, el aumento del empleo es un objetivo en sí mismo. Para el empleo, evaluamos la unidad de puestos de trabajo. Para el caso de Uruguay aquellos empleos que se relacionan con el uso de recursos biológicos (medidos en valor monetario) disminuyeron de alrededor de 73 000 unidades en 2012 a alrededor de 71 000 unidades en 2016. Partiendo de la información presentada en las Encuestas de Actividad Económica⁴ de 2012 y 2016 disponibles en el INE, las unidades de empleos atribuibles a la bioeconomía en la Sección A decrecieron de 3 156 en 2012 a 1 242 en 2016. Sólo para la Sección C, había 58 043 unidades de empleo en 2012 y en 2016 había 53 799

⁴ Los datos de las Encuestas de Actividad Económica del Instituto Nacional de Estadística están disponibles en: <https://www.ine.gub.uy/web/guest/eaee-encuesta-anual-de-actividad-economica>

unidades de empleo. Para la Sección I, había 11 526 unidades de trabajo en 2012 y 15 114 en 2016. Existe una tendencia a la baja en las secciones A y C, pero un incremento en Sección I.

Al examinar los resultados con los datos del BCU, observamos una visión similar. El número de puestos de trabajo disminuyó de 300 046 unidades en 2012 a 281 619 en 2016. En 2012, la Sección A contaba con 162 818 unidades de empleo, mientras que en 2016 las unidades de empleo se redujeron a 150 450. En cuanto a la Sección C (Manufactura), las unidades de puestos de trabajo disminuyeron de 111 446 en 2012 a 104 993 en 2016. Un caso diferente ocurrió en la Sección I, las unidades de puestos de trabajo pasaron de 25 782 unidades en 2012 a 26 176 unidades de puestos de trabajo en 2016. La tendencia se mantiene, existe una disminución de unidades de puestos de trabajo en las secciones A y C, pero un aumento en la Sección I.

9.2.2 Remuneraciones (SDG 8)

Un ingreso digno proporciona los medios para permitir un nivel de vida decente y está fuertemente conectado con el desarrollo social y económico. Para el caso de Uruguay, las remuneraciones, en lo que respecta a la bioeconomía, expresadas en millones de pesos, incrementaron de 25 848 millones en 2012 a 39 864 millones en 2016. Aunque, en una visión general, las remuneraciones incrementaron, una mirada más cercana a las secciones A, C e I ofrece otra visión. Para la Sección A las remuneraciones disminuyeron de 842 millones en 2012 a 532 millones en 2016. Sin embargo, en el caso de la Sección C, las remuneraciones aumentaron de 22 461 millones en 2012 a 34 708 millones en 2016 así como para la Sección I las cuales incrementaron de 2 545 millones a 4 623 millones en 2016. Además, una mirada más cercana a la remuneración promedio por puesto de trabajo indica que esta se incrementó de una cantidad anual de 355 433 pesos (mensual 29 619) en 2012 a 568 232 pesos (mensual 47 353) en 2016. Así mismo, para ambos años, la remuneración promedio por puesto de trabajo más alta está en la Sección C, se incrementó de 386 977 (mensual 32 248) pesos en 2012 a 645 149 (mensual 53 762) pesos en 2016.

En cuanto a las estimaciones de las remuneraciones utilizando los datos del BCU, las remuneraciones (expresadas en millones de pesos) aumentaron de 54 919 en 2012 a 79 146 en 2016. Asimismo, un examen más detallado de la remuneración media por unidad de puesto de trabajo indica que aumentó de una cantidad anual de 183 035 pesos (15 253 mensuales) en 2012 a 281 040 pesos (23 420 mensuales) en 2016. Las secciones A, C, e I registraron un incremento en la remuneración promedio por unidad de empleo de 2012 a 2016, con la industria manufacturera manteniéndose como la Sección con mayor remuneración promedio mensual por unidad de empleo tanto para 2012 (21 141 pesos) como para 2016 (33 009).

9.2.3 Formación bruta de capital fijo (SDG 8)

Seleccionamos la formación bruta de capital fijo como indicador para la evaluación de la sostenibilidad. Básicamente, este se mide por el valor total de las adquisiciones menos las cesiones de activos fijos. Estos se destinan a los procesos de producción y, por tanto, incluyen edificios, maquinaria y otros activos. Debido a la disponibilidad de los datos presentados en las encuestas de actividad económica del Instituto Nacional de Estadística, la Sección A no se ha considerado en este cálculo del indicador de sostenibilidad. Por tanto, para la Sección C, la Formación Bruta de Capital Fijo disminuye de 9 671 millones en 2012 a 9 604 millones en 2016. Para la Sección I, disminuye de 744 millones para 2012 a 660 millones para 2016.

Adicionalmente, la información presentada en el BCU sobre la Formación Bruta de Capital Fijo no permite una comparación directa con la del INE; el primero presenta la información como activos tangibles e intangibles mientras que la segunda la presenta siguiendo la clasificación CIIU rev.4. Por lo tanto, presentamos aquí las estimaciones utilizando los datos del INE, ya que permite identificar las actividades económicas relacionadas a la bioeconomía.

9.2.4 Valor agregado bruto (SDG 8)

Seleccionamos el Valor agregado bruto como parte de la evaluación de la sostenibilidad, ya que se trata de una métrica que detalla el rendimiento económico de un país; se refiere al valor de todos los productos y servicios, excepto el consumo intermedio. De ahí que lo relacionemos con el desarrollo de la bioeconomía en Uruguay. Observamos un incremento en el Valor Agregado Bruto desde el año 2012 al 2016, de 47 323 millones a 72.220 respectivamente. Al ver los datos presentados en el INE, observamos una disminución para la Sección A, de 1 722 millones en 2012 a 809 millones en 2016) mientras que, para la Sección C, observamos un aumento de 42 140 millones en 2012 a 65 850 millones en 2016. Para la Sección I, se incrementa de 3 461 millones en 2012 a 5 559 millones en 2016. En general, se observa una tendencia al alza en el Valor Agregado Bruto atribuible a la bioeconomía, pero esta es impulsada principalmente por el sector de la industria manufacturera.

Utilizando los datos del BCU, observamos que el Valor Añadido Bruto atribuible a la bioeconomía aumentó de 178 096 (expresado en millones de pesos) en 2012 a 236 952 (expresado en millones de pesos) en 2016. Del mismo modo, observamos un aumento del Valor Añadido Bruto atribuible a la bioeconomía, aunque impulsado principalmente por el sector agrícola en ambos años.

9.2.5 Emisiones de gases de efecto invernadero (SDG 13)

Los actuales desafíos climáticos en el mundo están estrechamente relacionados con las emisiones de gases de efecto invernadero. Esto también se relaciona con el desarrollo de la bioeconomía en el sentido de que un uso sostenible de los recursos biológicos podría ayudar a mejorar este desafío global. En esta Sección, presentamos las emisiones de GEI⁵ (GWP 100 AR2) a partir de los datos obtenidos en la página de internet del Observatorio Nacional del Medio Ambiente para los años 2012 y 2016. Los datos indican la "evolución de las emisiones netas (incluyendo las absorciones y remociones relativas al uso y cambio de uso de la tierra) de los gases de efecto invernadero (GEI) como total nacional y por sector determinados con la métrica GWP (Global Warming Potential)". Nuestro cálculo de las cuotas de base biológica requiere datos desagregados siguiendo la estructura de la CIIU rev.4. La información presentada para GEI, sin embargo, no sigue la clasificación de la CIIU, sino que la presenta como Energía, Procesos Industriales y Uso de Productos, Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra, y Desechos. Por lo tanto, los utilizamos como aproximación para nuestro análisis para las secciones A y C. No presentamos una aproximación para la Sección I. Nos basamos en el supuesto de que la proporción de actividades económicas permanece inalterada.

Para la Sección A utilizamos el GEI presentado como "Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra" y para la Sección C utilizamos el GEI presentado como "Procesos Industriales y Uso de Productos". Para la Sección A, observamos un aumento del año 2012 al 2016 de 5 628 Gg CO₂e, a 11 950 Gg CO₂e. pero para la Sección C hay un ligero aumento de 281 Gg CO₂e. en 2012 a 312 Gg CO₂e. en 2016. La agricultura tiene la mayor proporción de gases de efecto invernadero en la bioeconomía y en 2016 también a nivel nacional (ver Cuadro 9.5). La industria manufacturera sigue siendo un contribuyente bajo de gases de efecto invernadero en la bioeconomía.

9.2.6 Uso de biomasa para generación de energía (SDG 7)

El Balance Energético para 2020 (MIEM, 2020a), presenta información detallada del sector energético nacional para Uruguay e incluye el consumo energético sectorial. Además, contiene información sobre el uso de residuos de biomasa para la generación de energía. Teniendo en cuenta que un uso adecuado de la energía también podría ayudar a reducir los desafíos ambientales relacionados, incluimos la evaluación sobre el uso de la biomasa para la generación de energía. Para el cálculo de las cuotas de base biológica⁶ es necesario contar con

⁵ Los datos de las emisiones de gases de efecto invernadero del Ministerio de Ambiente – Indicadores Ambientales están disponibles en: https://www.ambiente.gub.uy/indicadores_ambientales/ficha/oan-evolucion-de-las-emisiones-netas-de-los-gases-de-efecto-invernadero-gei/

⁶ Para información complementaria ver Coremberg (2021).

datos presentados en el marco de la CIU. Sin embargo, el tipo de datos disponibles no permite calcular las cuotas. Por lo tanto, nos limitamos a presentar el uso de residuos de biomasa y el consumo de energía final por fuente desde 2012 hasta 2020. Sin embargo, podemos indicar el incremento de la proporción de residuos de biomasa como una fuente del consumo final de energía de 626.8 ktep (17 %) en 2012 a 1 227.5 ktep (27 %) en 2016 (ver Cuadro 9.7). Los valores están expresados en ktep (miles de toneladas equivalentes de petróleo), en donde una tonelada equivalente de petróleo (tep) corresponde a diez millones de kilocalorías (MIEM, 2020b).

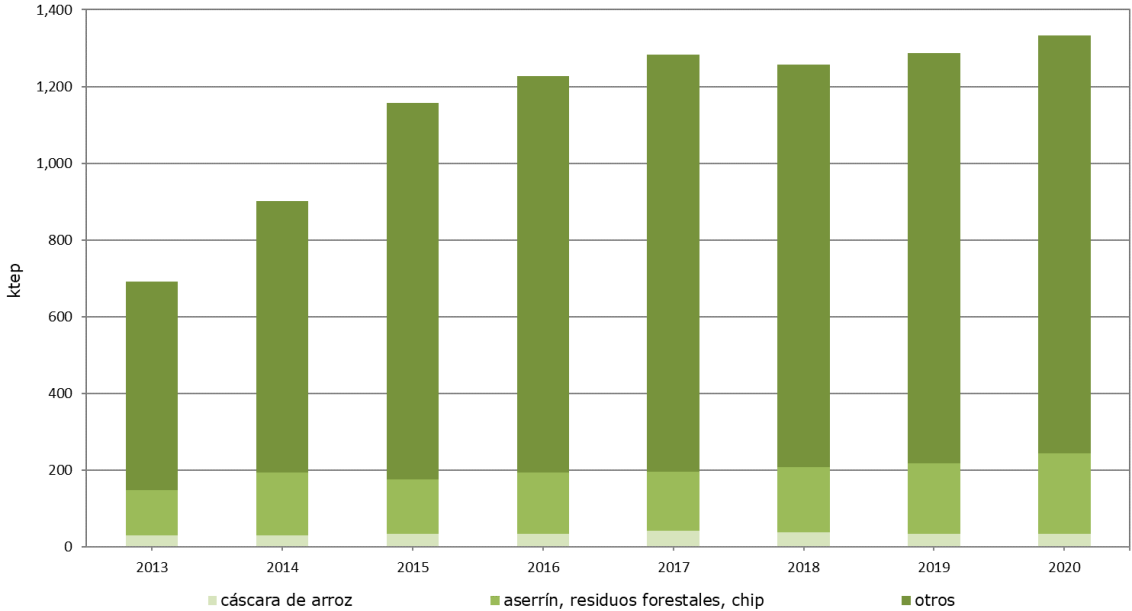


Figura 9.3: Residuos de biomasa. Consumo final energético por tipo de 2013 a 2020.

Otros incluyen: licor negro, metanol, gases olorosos, hidrógeno, bagazo de caña, casullo de cebada y pellets de madera.

Fuente: **MIEM (Ministerio de Industria, Energía y Minería)**. 2020a. *Energy Balance 2020*. [online]. Montevideo. [Consultado el/Cited 22/06/2022]. <https://ben.miem.gub.uy/fuentes8.php>

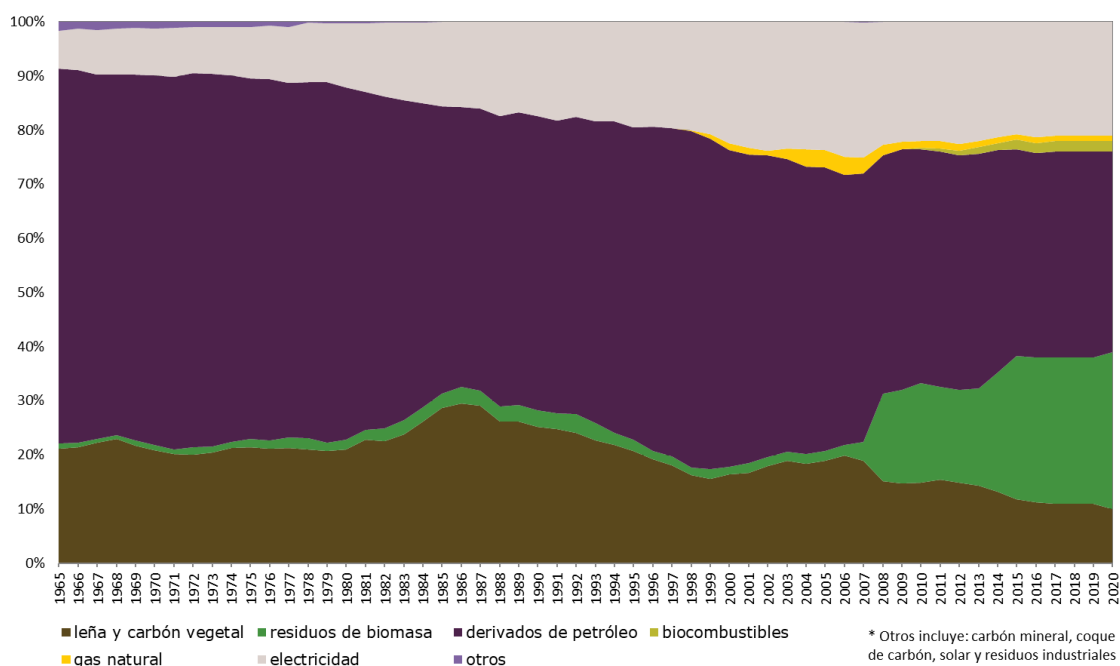


Figura 9.4: Consumo final energético por fuente de energía.

Fuente: **MIEM (Ministerio de Industria, Energía y Minería)**. 2020b. *Fuentes de energía primaria. Biomasa. Residuos de biomasa*. [online]. Montevideo. [Consultado el/Cited 22/06/2022]. <https://ben.miem.gub.uy/fuentsp8.php>

| Consumo final Energético por Fuente (ktep) | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|--|-------|-------|-------|--------|---------|-------|---------|---------|---------|
| Leña y carbón vegetal | 543.3 | 549.9 | 538.2 | 519.0 | 519.0 | 519.5 | 533.6 | 503.4 | 474.5 |
| % (del total) | 15 % | 14 % | 13 % | 12 % | 11 % | 11 % | 11 % | 11 % | 10 % |
| Residuos de biomasa | 626.8 | 690.7 | 900.9 | 1157.6 | 1 227.5 | 1 283 | 1 257.7 | 1 287.4 | 1 333.1 |
| % (del total) | 17 % | 18 % | 22 % | 26 % | 27 % | 27 % | 27 % | 27 % | 29 % |

Cuadro 9.7: Consumo final energético por fuente en ktep de 2012 a 2020.

Fuente: **MIEM (Ministerio de Industria, Energía y Minería)**. 2020b. *Fuentes de energía primaria. Biomasa. Residuos de biomasa*. [online]. Montevideo. [Consultado el/Cited 22/06/2022]. <https://ben.miem.gub.uy/fuentsp8.php>

Las estimaciones presentadas aquí proporcionan información sobre los efectos de la sostenibilidad y dan a los responsables políticos una primera visión del desarrollo de la bioeconomía, partiendo de estas estimaciones se podrían establecer valores de referencia y objetivos futuros para evaluar las necesidades nacionales.

9.3 Discusión y recomendaciones para el monitoreo sectorial

La medición de los efectos de la bioeconomía a nivel nacional exige el seguimiento del uso de los recursos biológicos renovables dentro de las diferentes actividades económicas. Esto proporciona información no sólo sobre el tamaño de la bioeconomía en todos los sectores

económicos, sino también sobre su contribución a los efectos de la sostenibilidad (Bracco *et al.*, 2018). Los datos oficiales disponibles y su limitado nivel de desagregación nos han permitido cuantificar inicialmente el tamaño de la bioeconomía. Sin embargo, para una diferenciación más profunda entre los insumos de base biológica y los que no lo son dentro de las actividades económicas, es necesario disponer de datos más desagregados sobre los insumos y vincular su uso a su correspondiente clasificación en las estadísticas oficiales. Basándonos en el argumento anterior, los porcentajes de base biológica presentados aquí pueden no reflejar completamente el desarrollo de la bioeconomía en un periodo de tiempo tan corto.

Además, es importante poder identificar explícitamente las fuentes de los cambios en el desarrollo de la bioeconomía, ya que el aumento o la disminución de un indicador puede conllevar una interpretación diferente en cuanto a su consecución. El descenso observado en el empleo en comparación con el aumento detectado en los valores agregados podría entrar en conflicto con los objetivos de la bioeconomía y las estrategias nacionales destinadas a promover el empleo, pero revela un aumento del crecimiento económico. Además, el aumento significativo de las emisiones de gases de efecto invernadero está en consonancia con el aumento del valor agregado. Esto muestra un claro *trade-off*: más producción, pero también más emisiones. Estos resultados ponen de manifiesto la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y desvincular el crecimiento económico y las emisiones de GEI, especialmente en el sector agrícola. También es un buen ejemplo de cómo el seguimiento de la bioeconomía ayuda a identificar y rastrear las sinergias o *trade-offs* entre los efectos de la sostenibilidad a lo largo del tiempo.

9.3.1 Insumos de base biológica

Actualmente, la estimación de los insumos de origen biológico se limita a dos años (2012 y 2016). Como consecuencia, las tendencias no pueden observarse por el momento. Además, las estimaciones de los insumos de origen biológico reflejan los valores monetarios, pero no las cantidades producidas. La consecuencia de basarse únicamente en los valores monetarios es que restringe la aplicación de enfoques ampliados, por ejemplo, el enfoque basado en la producción. Por lo tanto, se recomienda proporcionar también los volúmenes de producción junto con los valores monetarios. Como siguiente paso, es necesario cotejar las estadísticas de valor intermedio con las de producción para avanzar en la estimación de las cuotas de base biológica.

9.3.2 Cuotas de base biológica

En el marco del desarrollo de la bioeconomía, se espera que el uso de recursos biológicos renovables aumente no solo en los sectores relacionados con la agricultura, sino también en

otros como, por ejemplo, la fabricación de productos químicos. Nuestras estimaciones a nivel agregado indican que el uso de recursos biológicos disminuye de 2012 a 2016. Sin embargo, es complicado hacer una interpretación debido al corto período de tiempo. Asimismo, se ha calculado las cuotas de base biológica basándonos en los datos de la MUI, cuya estructura es similar a la de la CIIU rev. 4. Los datos presentados en la MUI se basan en la compilación de información desagregada de diversas fuentes. Muchas de estas fuentes podrían ofrecer una visión de la evolución de los procesos y productos relacionados con el uso de recursos biológicos. Además, las clasificaciones de los insumos y las denominaciones de las actividades económicas, tal como se presentan actualmente, son diferentes entre 2012 y 2016. Se presentan 134 insumos para 2012 mientras que hay 110 para 2016. Es posible que en estos cuatro años se hayan producido innovaciones en los productos o cambios en las tecnologías que hayan provocado la inclusión o exclusión de insumos; sin embargo, no podemos sacar conclusiones dada la falta de datos que lo expliquen. Una armonización de datos podría proporcionar una base de análisis más sólida y permitir una estimación más precisa de las cuotas de base biológica. La actualización de la MUI es, por tanto, crucial para establecer las tendencias en el uso de insumos de origen biológico y para supervisar el desarrollo de la bioeconomía.

9.3.3 Efectos de sostenibilidad

La identificación de los insumos de base biológica y la estimación de las cuotas de base biológica basadas en el valor monetario, tal y como se presentan en las estadísticas oficiales, sirven de base para el enfoque sectorial que, a su vez, pone los efectos de sostenibilidad de la bioeconomía en relación con la economía nacional de Uruguay en total. Sin embargo, la selección de indicadores apropiados requiere una colaboración substancial de las partes interesadas con el fin de llegar a objetivos de evaluación mutuamente acordados, considerando los requerimientos de datos necesarios. Por lo tanto, se recomienda llevar a cabo un proceso de selección basado en actores interesados con el fin de establecer los criterios y la gama de indicadores adecuados para la evaluación de los efectos de la sostenibilidad. Lo ideal sería que dicha selección combinara enfoques políticos y científicos para la selección de indicadores. Para futuros esfuerzos de seguimiento, una selección previa de los temas de sostenibilidad, la selección de los indicadores y la recopilación de los datos correspondientes podrían mejorar los esfuerzos de seguimiento.

Además, los indicadores seleccionados para la evaluación de la sostenibilidad refuerzan la necesidad de establecer objetivos comunes y fijar valores de referencia para futuras evaluaciones. Estos indicadores proporcionan una visión inicial del desarrollo de la bioeconomía y podrían servir como puntos de referencia con respecto a los objetivos nacionales. En gran medida, el hecho de no tener una meta nacional definida para los indicadores de los ODS hace que sea difícil juzgar el desarrollo de la bioeconomía.

9.3.4 Limitaciones y vacíos de información

La falta de datos es actualmente uno de los mayores retos para la estimación de las cuotas de base biológica y para la evaluación de los efectos de la sostenibilidad. Al momento, los datos disponibles constituyen una base sólida para el monitoreo sectorial de la bioeconomía sectorial, pero aún quedan retos por resolver. Los requisitos de protección de datos son un reto para la comunicación de los resultados del seguimiento. Por lo tanto, deben explorarse y desarrollarse mecanismos para reducir las restricciones de acceso a los datos sin comprometer los requisitos de protección de los mismos.

Diferentes fuentes de datos que proporcionan datos con diferentes grados de agregación influyen en la determinación del tamaño de la bioeconomía. En el caso del INE y de la EAE, los datos recogidos representan un criterio de elegibilidad que exige un número mínimo de empleados y unos ingresos mínimos para el año de referencia, siendo las empresas seleccionadas de forma aleatoria a partir de un marco muestral de referencia basado en fuentes administrativas locales. En cuanto a los datos del BCU, estos se basan en información del censo nacional, censo de empleo, encuestas de hogares y de empresas (del INE) y posteriormente se ajustan metodológicamente considerando áreas geográficas bajo un criterio que refleja la población urbana y rural. La falta de datos desagregados afecta a la capacidad de detectar el uso de insumos de origen biológico en las actividades económicas. Para ello, la MUI es una herramienta crucial para determinar los insumos de base biológica y para el cálculo de las cuotas de base biológica. Sin embargo, actualmente el desglose de las secciones y clases es limitado. Para mejorar esto, un esfuerzo de colaboración implica una base de datos recopilada regularmente la cual abarque varias fuentes estadísticas. Sin embargo, puede ocurrir que diferentes fuentes de datos se basen simultáneamente en los mismos organismos. Por lo tanto, la MUI podría beneficiarse de un esfuerzo conjunto de los organismos estadísticos, los ministerios y las asociaciones locales, lo que convertiría a la MUI en un punto central para la recopilación y distribución de datos destinados al monitoreo de la bioeconomía.

9 Results of monitoring sectoral analysis in Uruguay

9.1 Bio-based shares of economic activities of the bioeconomy

To identify the use of biological resources in manufacturing processes, the most used inputs in Section C were identified. For this purpose, considering that the Central Bank of Uruguay denominates 134 inputs for 2012 and 110 inputs for 2016, a cutoff threshold of 4percent was subsequently applied to the use of bio-based inputs to identify them. A broad definition of bio-based input was considered, which is one that relates the use, process or modification of biological resources to the participants actively associated in their productive process. The resulting identified bio-based inputs identified for 2012 and 2016 in Section C are presented in Table 9.1.

| Bio-based input | 2012 | 2016 |
|---|---------------|---------------|
| Rice | 5.77 percent | 4.80 percent |
| Bovine animals | 29.64 percent | 28.87 percent |
| Raw milk | 12.12 percent | 8.77 percent |
| Forestry and timber harvesting products | 6.68 percent | 10.94 percent |

Table 9.1: Most bio-based used inputs used in Section C.

Source: own compilation based on Intermediate Use Matrix from Central Bank of Uruguay for 2012 and 2016.

Of the inputs that go into all economic activities, one requires a closer look: freight transportation. The information provided for freight transportation does not identify the type of cargo but assigns the monetary value of the service to each economic activity. For 2012, about 40 percent of this monetary value was assigned to agricultural activities and about 28 percent for 2016. However, freight transportation is also present in the economic activities in Section C. Due to the difficulty of assigning it unequivocally to the bioeconomy, it was excluded from the analysis.

As a next step, we present in Table 9.2 the use of bio-based inputs by section. From this information, we identified Section C (manufacturing) and Section G, I (wholesale and retail trade; accommodation and food service activities as the sections that used the most bio-based inputs. For the case of manufacturing, around 58 percent of the inputs used in its production processes are considered bio-based for the year 2012 while this number decreases to around 57 percent for the year 2016. It should be noted that the information presented for Section G, I has been grouped together. Therefore, at this point, we cannot differentiate it. However, we observe an increase in the use of bio-based inputs for Section G, I from around 16 percent in 2012 to 17 percent in 2016. In addition, Section O (Public Administration Activities) shows that for the years 2012 and 2016 about 6 percent of the inputs used are considered to be bio-

based; however, we cannot ascertain the specific use of such inputs or whether these are part of production processes.

| Section | Description | 2012 | 2016 |
|---------------|---|----------------------|----------------------|
| C | Manufacturing | 57.91 percent | 56.86 percent |
| D, E | Electricity, gas, water | 0.93 percent | 1.12 percent |
| F | Construction | 0.94 percent | 0.76 percent |
| G, I | Wholesale and retail trade; Accommodation and food service activities | 15.98 percent | 17.10 percent |
| H, J | Transportation and storage; Information and communication | 0.25 percent | 0.22 percent |
| K | Financial and insurance activities | 0.28 percent | 0.25 percent |
| L | Real estate activities | 0.05 percent | 0.13 percent |
| M, N | Professional, scientific and technical activities; Administrative and support service activities | 0.65 percent | 0.69 percent |
| O | Public administration activities | 5.79 percent | 5.88 percent |
| P, Q, R, S, T | Health, Education, Entertainment, Other services | 2.92 percent | 2.82 percent |

Table 9.2: Use of bio-based inputs at one-digit level.

The bio-based share is calculated based on differentiated inputs from Sections (1 digit).

Source: own calculations based on Intermediate Use Matrix from Central Bank of Uruguay for 2012 and 2016.

Although Sections G and I were initially presented together (at the 1-digit level), using detailed data (at the 4-digit level) we identify in Table 9.3 the minimum and maximum bio-based shares for the years 2012 and 2016 for the sectors C (manufacturing), G (trade) and I (accommodation and provision of food and beverages) from the data presented in the Intermediate Use Matrix; the Intermediate Use Matrix shows the use made by industries of the products offered in the economy, as inputs to be incorporated into production thus providing information on the use of inputs within Uruguay's economy. We therefore present a range (MIN-MAX) for the use of biological resources given the difficulty of identifying their precise use; this exposes the limitations of the data.

Therefore, the shares presented refer specifically to the monetary value of inputs used in production processes. Moreover, considering the low share of use of bio-based inputs in Section G, we will focus on the manufacturing and food and beverage industries, as these are the sections that used the most bio-based inputs in the years 2012 and 2016.

For the year 2012, about 56 percent of the value of inputs used in economic activities in Section C is entirely bio-based and about 48 percent in Section I. We also observe that for the

year 2016 the value of bio-based inputs used in the economic activities of Section C decreases to around 55 percent but increases in Section to around 50 percent.

| Section | Description | 2012 | | 2016 | |
|----------|--|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | MIN | MAX | MIN | MAX |
| C | Manufacturing | 56.41 percent | 61.93 percent | 55.17 percent | 60.69 percent |
| G | Wholesale and retail trade | 1.87 percent | 4.79 percent | 1.33 percent | 1.84 percent |
| I | Accommodation and food service activities | 48.38 percent | 60.23 percent | 49.77 percent | 62.56 percent |

Table 9.3: Bio-based MIN – MAX shares for Sections C, G and I for Uruguay for years 2012 and 2016.

The bio-based share is calculated based on differentiated inputs from classes (up to four digits) of Section C and G, I (one digit).

Source: own calculations based on Intermediate Use Matrix from Central Bank of Uruguay for 2012 and 2016.

In addition, the information presented in IUM for the years 2012 and 2016 provides the monetary value of the classes; however, their description does not necessarily match between years. For example, for the year 2012 class C20 is defined as "Tanning and dressing of hides and skins; manufacture of luggage, handbags and saddlery; dressing and dyeing of hides and skins", while for the year 2016 class C20 is defined as "Manufacture of paper and paper products". Within Section C, those economic activities that use inputs of fully and partial biological origin and whose description matches (see Annex A for a complete list) have been identified, to better understand the use of inputs of biological origin. These are activities C1 (Processing and preserving of meat and meat products except poultry and pork), C6 (Processing of dairy products), I1 (Accommodation), and I2 (Provision of food and beverages) which are presented in Table 9.4; the percentages presented in this table indicate the proportion based on biological resources of these activities.

| Class | Description | 2012 | | 2016 | |
|-------|--------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | MIN | MAX | MIN | MAX |
| C1 | Processing and preserving of meat | 89.98 percent | 90.08 percent | 89.11 percent | 89.22 percent |
| C6 | Manufacture of dairy products | 88.00 percent | 88.10 percent | 85.18 percent | 85.20 percent |
| I1 | Accommodation | 30.36 percent | 38.29 percent | 32.06 percent | 40.55 percent |
| I2 | Food and beverage service activities | 64.93 percent | 80.38 percent | 64.27 percent | 80.58 percent |

Table 9.4: MIN – MAX bio-based shares for classes C1, C6, I1 and I2 for years 2012 and 2016.

The bio-based share is calculated based on differentiated inputs from classes (up to 4 digits) of Section C.

Source: own calculations based on Intermediate Use Matrix from Central Bank of Uruguay for 2012 and 2016.

Figures 9.1 and 9.2, graphically detail the monetary value of the most used bio-based inputs in Section C in 2012 and 2016. These figures detail only the usage in Section C as it is in this section where most bio-based resources are used. In addition, we note a preeminence of meat and dairy input use in the manufacturing sector. To simplify the presentation, the activities have been defined with a single word representing their activity; for example, as "Meat", "Dairy", "Rice", and "Other" where the latter reflects the lower proportion set of inputs. In addition, the figures show only those activities whose description matches. For example, the description of economic activities starting from C12 is different between 2012 and 2016. For 2012 C12 is defined as "Manufacture of noodle products" while for 2016 C12 is defined as "Distillation, rectification and blending of alcoholic beverages; manufacture of tobacco products"; the descriptions for I1 and I2, however, matched (see Annex A for a complete list of economic activities as presented in the Intermediate Use Matrix for the years 2012 and 2016). However, all available activities were used for the calculation of the bio-based quotas, i.e. 45 activities for 2012 and 38 activities for 2016.

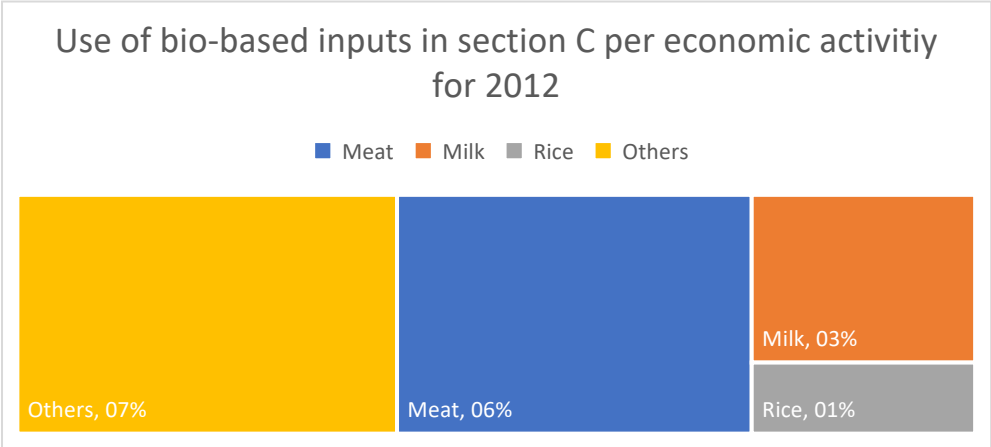


Figure 9.1: Use of bio-based inputs for Section C per economic activity for 2012. Others include the rest of the inputs with a lower proportion.

Source: Prepared by F. Gordillo (Thünen Institute) based on Intermediate Use Matrix from Central Bank of Uruguay for year 2012.

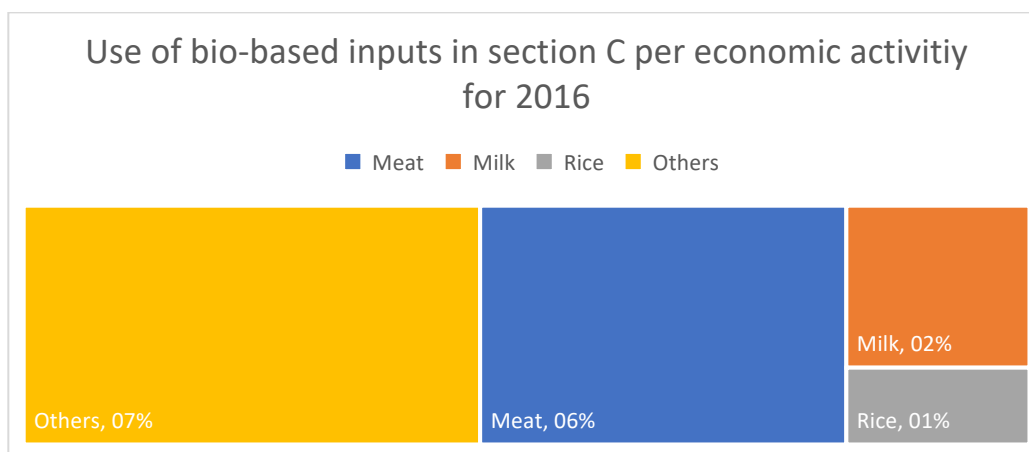


Figure 9.2: Use of bio-based inputs for Section C per economic activity for 2016.

Others include the rest of the inputs with a lower proportion.

Source: Prepared by F. Gordillo (Thünen Institute) based on Intermediate Use Matrix from Central Bank of Uruguay for year 2016.

The next sections apply these percentages to the sustainability impact assessment.

9.2 Sectoral sustainability effects of the bioeconomy

Since there are currently no sustainability targets defined at the national level or for Uruguay's bioeconomy, six indicators addressing employment, economic performance, global warming, and sustainable energy supply have been quantified to understand the share within the economy as a whole. For the calculation of the indicators, we applied the total bio-based share for the assessment of economic and environmental sustainability effects. The indicator used for biomass use for energy generation and for final energy consumption by source is presented, but not only for the years 2012 and 2016 (see 9.2.6, use of biomass for energy generation, SDG 7). The data for GHGs come from the Environmental Indicators of the National Environmental Observatory (Table 9.5).

| Sustainability Indicators | 2012 | percent | 2016 | percent |
|--|-------|-------------------------|--------|-------------------------|
| | | from economy as a whole | | from economy as a whole |
| GHG (GWP 100 AR2 – thousands Gg CO ₂ e) | 5 909 | 38 percent | 12 262 | 61 percent |
| Final Energy Consumption per Source in ktep (Wood and wood charcoal – biomass residues) (percent of total) | 1 170 | 32 percent | 1 747 | 38 percent |

Table 9.5: Sustainability indicators for sectoral monitoring of Uruguayan bioeconomy for GHG and Final Energy Consumption 2012 and 2016.

Source: own calculations based on GHG data from National Environmental Observatory at Ministry of Environment and data for Final Energy Consumption per Source in ktep from Energy Balance from Ministry of Industry, Energy and Mining.

For the calculation of the indicators, we applied the total bio-based share for the assessment of economic and environmental sustainability effects. Table 9.6 presents the comparison of sustainability indicators for sectoral monitoring of Uruguayan bioeconomy based on INE and CBU for 2012 and 2016. For INE, the estimation of the sustainability indicators uses data from the Economic Activity Surveys of the National Institute of Statistics and for the GHG estimates the data come from the Environmental Indicators of the National Environmental Observatory. For CBU, it presents the estimation of sustainability indicators using data from the “Cuadro de Oferta y Utilización”⁷ from Central Bank of Uruguay for Employment, Remunerations, and Gross Value Added, for Gross Fixed Capital Formation the data comes from INE's Economic Activity Surveys.

| Sustainability Indicators | INE | | CBU | | INE | | CBU | |
|---|--------|---------------------------------|---------|---------------------------------|--------|---------------------------------|---------|---------------------------------|
| | 2012 | percent from economy as a whole | 2012 | percent from economy as a whole | 2016 | percent from economy as a whole | 2016 | percent from economy as a whole |
| Employment (units of jobs) | 72 725 | 12.88 percent | 300 046 | 17.81 percent | 70 155 | 11.42 percent | 281 619 | 16.69 percent |
| Remuneration (in millions current Uruguayan pesos) | 25 848 | 12.65 percent | 54 919 | 12.11 percent | 39 864 | 11.36 percent | 79 146 | 10.97 percent |
| Gross fixed capital formation (in millions current Uruguayan pesos) | 10 415 | 14.79 percent | | | 10 265 | 9.87 percent | | |
| Gross Added Value (in millions current Uruguayan pesos) | 47 323 | 13.17 percent | 178 096 | 17.90 percent | 72 220 | 11.84 percent | 236 952 | 15.36 percent |

Table 9.6: Comparison of sustainability indicators for sectoral monitoring of Uruguayan bioeconomy based on EAS and CBU for 2012 and 2016.

Source: own calculations based on “Cuadro de Oferta y Utilización” from Central Bank of Uruguay (CBU), Economic Activities Survey from National Statistics Institute (INE).

⁷ Data from “Cuadro de Oferta y Utilización” from the Central Bank of Uruguay is available at <https://www.bcu.gub.uy/Estadisticas-e-Indicadores/Paginas/Cuadro-de-Oferta-y-Utilizacion.aspx>

The difference in the figures is due to the use of different data. The EAS data from INE represent information reported in company surveys, while the data from the Central Bank of Uruguay not only use INE data, but also contain information related to the national territory based on censuses and adjusted by population. Therefore, we present below results using both sources.

9.2.1 Employment (SDG 8)

Within a country's economy, ensuring stable employment is crucial not only for social development, but also for economic development, as job creation can reflect economic productivity growth. Therefore, increasing employment is a goal in itself. For employment, we evaluate the unit of jobs. For the case of Uruguay those jobs that are related to the use of biological resources (measured in monetary value) decreased from around 73 000 units in 2012 to around 71 000 units in 2016. Based on the information presented in the 2012 and 2016 Economic Activity Surveys⁸ available from INE, the units of jobs attributable to the bioeconomy in Section A decreased from 3 156 in 2012 to 1 242 in 2016. For Section C alone, there were 58 043 job units in 2012 and in 2016 there were 53 799 job units. For Section I, there were 11 526 employment units in 2012 and 15 114 in 2016. There is a downward trend in Sections A and C but an increase in Section I.

Examining the results with CBU data, we observe a similar picture. The number of jobs decreased from 300 046 units in 2012 to 281 619 in 2016. In 2012, the A Section had 162 818 employment units, while in 2016 employment units decreased to 150 450. As for Section C (Manufacturing), job units decreased from 111 446 in 2012 to 104 993 in 2016. A different case occurred in Section I, where job units increased from 25 782 in 2012 to 26 176 in 2016. Thus overall, there is a decrease in job units in Sections A and C but an increase in Section I.

9.2.2 Remuneration (SDG 8)

A decent income provides the means to enable a decent standard of living and is strongly connected to social and economic development. For the case of Uruguay, remunerations from the bioeconomy, expressed in millions of pesos, increased from 25 848 million in 2012 to 39 864 million in 2016. Although, overall remunerations increased, a closer look at Sections A, C and I shows the increase was not uniform. For Section A, remunerations decreased from 842 million in 2012 to 532 million in 2016. Whereas, for Section C, remunerations increased from 22 461 million in 2012 to 34 708 million in 2016, while those for Section I increased from 2 545 million to 4 623 million in 2016. In addition, a closer look indicates that the average

⁸ Data for Economic Activity Surveys come from the Statistics National Institute at <https://www.ine.gub.uy/web/guest/eaee-encuesta-anual-de-actividad-economica>

compensation per job increased from an annual amount of 355 433 pesos (monthly 29 619) in 2012 to 568 232 pesos (monthly 47 353) in 2016. Likewise, for both years, the highest average remuneration per job is in Section C, it increased from 386 977 (monthly 32 248) pesos in 2012 to 645 149 (monthly 53 762) pesos in 2016.

As for compensation estimates using CBU data, compensation (expressed in millions of pesos) increased from 54 919 in 2012 to 79 146 in 2016. Likewise, a closer examination of the average remuneration per job unit indicates that it increased from an annual amount of 183 035 pesos (15 253 per month) in 2012 to 281 040 pesos (23 420 per month) in 2016. Sections A, C, and I recorded an increase in average remuneration per job unit from 2012 to 2016, with manufacturing remaining as the Section with the highest average monthly remuneration per job unit for both 2012 (21 141) and 2016 (33 009).

9.2.3 Gross fixed capital formation (SDG 8)

We selected gross fixed capital formation as an indicator for sustainability assessment. Basically, this is measured by the total value of acquisitions minus disposals of fixed assets. These are intended for production processes and therefore include buildings, machinery and other assets. Due to the availability of data presented in the economic activity surveys of the National Institute of Statistics, Section A has not been considered in this calculation of the sustainability indicator. Therefore, for Section C, Gross Fixed Capital Formation decreases from 9 671 million in 2012 to 9 604 million in 2016. For Section I, it decreases from 744 million for 2012 to 660 million for 2016.

Additionally, the information presented in CBU regarding Gross Fixed Capital Formation does not allow for a direct comparison with that from INE; the former presents information as tangible and intangible assets whereas the latter present them following the ISIC rev.4 classification. Hence, we present here estimations using INE data since it allows the identification of economic activities related to bioeconomy.

9.2.4 Gross value added (SDG 8)

We selected gross value added as part of the sustainability assessment, since it is a metric that details the economic performance of a country; it refers to the value of all products and services, except intermediate consumption. Hence, we relate it to the development of the bioeconomy in Uruguay. We observe an increase in gross value added from 2012 to 2016, from 47 323 million to 72 220 respectively. Looking at the data presented in the INE, we observe a decrease for Section A (from 1 722 million in 2012 to 809 million in 2016) while for Section C, we observe an increase from 42 140 million in 2012 to 65 850 million in 2016. For Section I, there is and increases from 3 461 million in 2012 to 5 559 million in 2016. Overall,

there is an upward trend in gross value added attributable to the bioeconomy, but this is mainly driven by the manufacturing sector.

Using CBU data, we observe that the gross value added attributable to the bioeconomy increased from 178 096 (expressed in million pesos) in 2012 to 236 952 (expressed in million pesos) in 2016. Similarly, we observed an increase in the gross value added attributable to the bioeconomy, although mainly driven by the agricultural sector in both years.

9.2.5 Greenhouse gas emissions (SDG 13)

The world's current climate challenges are closely related to greenhouse gas emissions. This is also related to the development of the bioeconomy in the sense that a sustainable use of biological resources could help to ameliorate this global challenge. In this Section, the GHG emissions (GWP 100 AR2) come from data obtained from the website of the National Environmental Observatory⁹ for the years 2012 and 2016. The data indicate the "evolution of net emissions (including removals and removals related to land use and land use change) of greenhouse gases (GHG) as a national total and by sector determined with the GWP (Global Warming Potential) metric". Our calculation of the bio-based shares requires disaggregated data following the ISIC rev.4 structure. The information presented for GHGs, however, does not follow the ISIC classification, but presents it as Energy, Industrial Processes and Product Use, Agriculture, Forestry and Other Land Use, and Waste. Therefore, we use them as a proxy for our analysis for Sections A and C. We do not present a proxy for Section I. We rely on the assumption that the share of economic activities remains unchanged.

For Section A the GHG include "Agriculture, Forestry and Other Land Use" and for Section C we use the GHG presented as "Industrial Processes and Product Use". For Section A, we observe an increase from 2012 to 2016 from 5 628 Gg CO₂e to 11 950 Gg CO₂e but for Section C there is a slight increase, from 281 Gg CO₂e in 2012 to 312 Gg CO₂e in 2016. Agriculture has the highest share of greenhouse gases in the bioeconomy and in 2016 also at the national level (see Table 9.5). Manufacturing remains a low contributor of greenhouse gases in the bioeconomy.

9.2.6 Bioenergy (SDG 7)

The Energy Balance for 2020 (MIEM, 2020a), presents detailed information on the national energy sector for Uruguay and includes sectoral energy consumption. It also contains

⁹ Data for GHG emissions are available from Ministry of Environment – Environmental Indicators at https://www.ambiente.gub.uy/indicadores_ambientales/ficha/oan-evolucion-de-las-emisiones-netas-de-los-gases-de-efecto-invernadero-gei/

information on the use of biomass waste for energy generation. Considering that an adequate use of energy could also help to reduce related environmental challenges, we include the assessment on the use of biomass for energy generation. For the calculation of bio-based quotas¹⁰, it is necessary to have data presented in the ISIC framework. However, the type of data available does not allow us to calculate the shares. Therefore, we limit ourselves to present biomass waste use and final energy consumption by source from 2012 to 2020. However, we can indicate the increase of the share of biomass waste as a source for final energy consumption from 626.8 ktoe (17 percent) in 2012 to 1 227.5 ktoe (27 percent) in 2016 (see Table 9.7). Values are expressed in ktoe (thousand tonnes of oil equivalent), where one tonne of oil equivalent (toe) corresponds to ten million kilocalories (MIEM, 2020b).

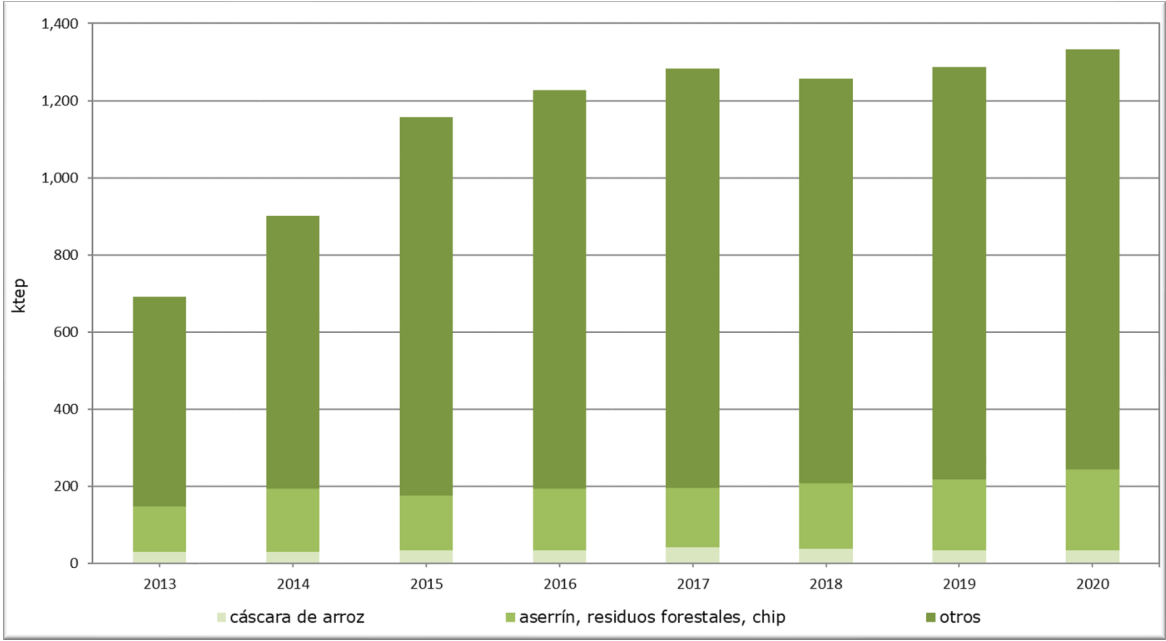


Figure 9.3: Biomass residues. Final energy consumption from 2013 to 2020 per type (in light green ‘rice husk’, in darker green ‘by-products from forestry and forest residues’, and in the darkest green ‘others’).

Others include: black liquor, methanol, odorous gases, hydrogen, bagasse, barley husks and wood pellets.

Source: **MIEM (Ministerio de Industria, Energía y Minería)**. 2020a. *Energy Balance 2020*. [online]. Montevideo. [Consultado el/Cited 22/06/2022]. <https://ben.miem.gub.uy/fuentes8.php>

¹⁰ For complementary information, please see Coremberg (2021).

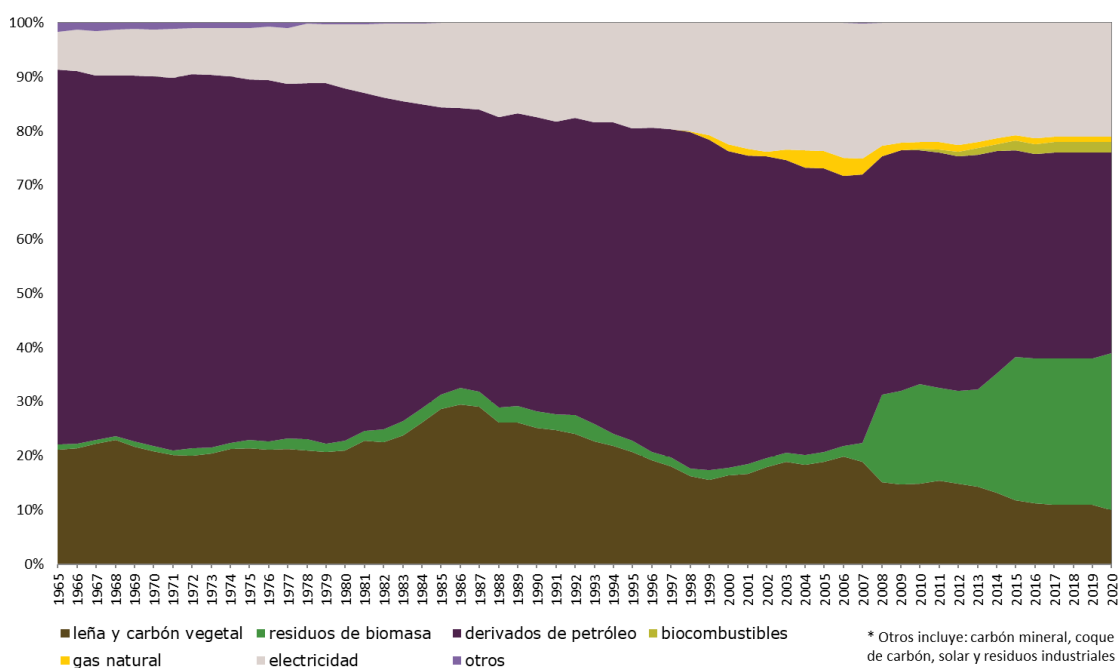


Figure 9.4: Final Energy Consumption per Energy Source (wood and charcoal, biomass residues, petroleum derivatives, biofuels, natural gas, electricity and others).

Source: **MIEM (Ministerio de Industria, Energía y Minería)**. 2020b. *Fuentes de energía primaria. Biomasa. Residuos de biomasa*. [online]. Montevideo. [Consultado el/Cited 22/06/2022].
<https://ben.miem.gub.uy/fuentsp8.php>

| Final energy consumption per source (ktoe) | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Wood and wood charcoal vegetal | 543.3 | 549.9 | 538.2 | 519.0 | 519.0 | 519.5 | 533.6 | 503.4 | 474.5 |
| percent (of total) | 15 percent | 14 percent | 13 percent | 12 percent | 11 percent | 11 percent | 11 percent | 11 percent | 10 percent |
| Biomass residues | 626.8 | 690.7 | 900.9 | 1157.6 | 1227.5 | 1283.0 | 1257.7 | 1287.4 | 1333.1 |
| percent (of total) | 17 percent | 18 percent | 22 percent | 26 percent | 27 percent | 27 percent | 27 percent | 27 percent | 29 percent |

Table 9.7: Final energy consumption per source in ktoe from 2012 to 2020.

Source: **MIEM (Ministerio de Industria, Energía y Minería)**. 2020b. *Fuentes de energía primaria. Biomasa. Residuos de biomasa*. [online]. Montevideo. [Consultado el/Cited 22/06/2022].
<https://ben.miem.gub.uy/fuentsp8.php>

The estimates presented here provide information on sustainability impacts and give policymakers a first insight into the development of the bioeconomy, on the basis of which baseline values and future targets could be established to assess national needs.

9.3 Discussion and recommendations

Measuring the impact of the bioeconomy at the national level requires tracking the use of renewable biological resources within different economic activities. This provides information not only on the size of the bioeconomy across economic sectors, but also on its contribution to sustainability effects (Bracco *et al.*, 2018). The available official data and their limited level of disaggregation have allowed us to initially quantify the size of the bioeconomy. However, for a deeper differentiation between bio-based and non-bio-based inputs within economic activities, it is necessary to have more disaggregated data on inputs and to link their use to their corresponding classification in official statistics. Based on the above argument, the bio-based percentages presented here may not fully reflect the development of the bioeconomy in such a short period of time.

Furthermore, it is important to be able to explicitly identify the sources of changes in the development of the bioeconomy, as an increase or decrease in an indicator may lead to a different interpretation in terms of its achievement. The observed decrease in employment compared to the detected increase in aggregate values could conflict with the objectives of the bioeconomy and national strategies aimed at promoting employment but reveals an increase in economic growth. Moreover, the significant increase in greenhouse gas emissions is in line with the increase in value added. This shows a clear trade-off: more production but also more emissions. These results highlight the need to reduce GHG emissions and decouple economic growth and GHG emissions, especially in the agricultural sector. It is also a good example of how monitoring the bioeconomy helps to identify and track synergies or trade-offs between sustainability effects over time.

9.3.1 Bio-based inputs

Currently, the estimation of bio-based inputs is limited to two years (2012 and 2016). As a result, trends cannot be observed at this time. In addition, estimates of bio-based inputs reflect monetary values, but not quantities produced. The consequence of relying only on monetary values is that it restricts the application of extended approaches, e.g. the production-based approach. Therefore, it is also recommended to provide production volumes together with monetary values. As a next step, it is necessary to cross-check intermediate value statistics with production statistics to advance the estimation of bio-based shares.

9.3.2 Bio-based shares

In the context of the development of the bioeconomy, the use of renewable biological resources is normally expected to increase, not only in agriculture-related sectors, but also in

other sectors such as, for example, chemical manufacturing. Our estimates at the aggregate level indicate that the use of biological resources decreases from 2012 to 2016. However, it is complicated to make an interpretation due to the short time period. The bio-based shares have been calculated based on IUM data, the structure of which is similar to that of ISIC rev. 4. The data presented in the IUM are based on the compilation of disaggregated information from various sources. Many of these sources could provide insight into the evolution of processes and products related to the use of biological resources. In addition, input classifications and economic activity designations, as currently presented, are different between 2012 and 2016. There are 134 inputs presented for 2012, while there are 110 for 2016. It is possible that in these four years there have been product innovations or changes in technologies that have led to the inclusion or exclusion of inputs; however, we cannot draw conclusions given the lack of data to explain this. A harmonization of data could provide a more robust basis for analysis and allow for a more accurate estimation of bio-based quotas. Updating the IUM is therefore crucial to establish trends in the use of bio-based inputs and to monitor the development of the bioeconomy.

9.3.3 Sustainability effects

The identification of bio-based inputs and the estimation of bio-based shares based on monetary value, as presented in official statistics, serve as the basis for the sectoral approach which, in turn, puts the sustainability effects of the bioeconomy in relation to Uruguay's national economy as a whole. However, the selection of appropriate indicators requires substantial stakeholder collaboration to arrive at mutually agreed assessment targets, considering the necessary data requirements. Therefore, a stakeholder-based selection process is recommended in order to establish the appropriate criteria and range of indicators for sustainability impact assessment. Ideally, such a selection should combine political and scientific approaches for the selection of indicators. For future monitoring efforts, a prior selection of sustainability issues, the selection of indicators and the collection of corresponding data could improve monitoring efforts.

In addition, the indicators selected for sustainability assessment reinforce the need to establish common targets and set baseline values for future assessments. These indicators provide an initial insight into the development of the bioeconomy and could serve as benchmarks against national targets. To a large extent, not having a defined national target for SDG indicators makes it difficult to judge the development of the bioeconomy.

9.3.4 Limitations and data gaps

Lack of data is currently one of the biggest challenges for the estimation of bio-based shares and for the assessment of sustainability impacts. At the moment, available data provide a solid

basis for the sectoral monitoring of the bioeconomy, but challenges remain. Data protection requirements are a challenge for the communication of monitoring results. Therefore, mechanisms should be explored and developed to reduce data access restrictions without compromising data protection requirements.

Different data sources providing data with different degrees of aggregation influence the determination of the size of the bioeconomy. In the case of the INE and EAS, the data collected represent an eligibility criterion requiring a minimum number of employees and minimum revenues for the reference year, with firms being randomly selected from a reference sample frame based on local administrative sources. As for the CBU data, these are based on information from the national census, employment census, household and business surveys (from INE) and are subsequently adjusted methodologically considering geographic areas under a criterion that reflects urban and rural population. The lack of disaggregated data affects the ability to detect the use of inputs of biological origin in economic activities. For this purpose, IUM is a crucial tool for determining bio-based inputs and for the calculation of bio-based shares. However, currently the breakdown of sections and classes is limited. To improve this, a collaborative effort involves a regularly collected database that encompasses several statistical sources. However, it may happen that different data sources are simultaneously based on the same organisms. Therefore, the IUM could benefit from a joint effort of statistical agencies, ministries and local associations, which would make the IUM a central point for the collection and distribution of data for monitoring the bioeconomy.

10 Conclusiones

Este informe presenta los resultados del trabajo llevado a cabo desde octubre de 2020 para desarrollar un sistema de monitoreo y evaluación de la sostenibilidad de la bioeconomía en Uruguay. El enfoque de monitoreo que se está aplicando para el caso de Uruguay fue desarrollado por el Instituto Thünen e incluye su implementación en términos de análisis sectorial y de flujo material, incluyendo en ambos casos la selección y cuantificación de indicadores de sostenibilidad (económicos, sociales y ambientales).

Los resultados presentan una visión preliminar de la sostenibilidad de la bioeconomía a nivel de flujo de materiales y sectorial. También denotan las sinergias y los *trade-offs* entre los diferentes efectos de sostenibilidad. Si bien, Uruguay es un exportador neto de grano de soja, es importante señalar que existen oportunidades para incrementar el procesamiento interno del grano. Como resultado, se podrían reducir las importaciones de productos de soja procesados y aumentar el valor agregado nacional. También hay oportunidades para mejorar algunos aspectos de la sostenibilidad, como la reducción de los agroquímicos y el uso más responsable del suelo, entre otros. En general, la disponibilidad de datos para la producción de soja es suficiente. Las estadísticas e instituciones oficiales proporcionan información para un seguimiento frecuente de la bioeconomía.

El análisis del flujo de materiales (MFA, por sus siglas en inglés) y la evaluación de la sostenibilidad de la carne vacuna, por un lado, destaca su rol en términos de generación de empleo y valor agregado. Sin embargo, por otro lado, la producción de carne vacuna es uno de los principales contribuidores de las emisiones de gases de efecto invernadero. Por lo tanto, la reducción de las emisiones es una prioridad para Uruguay. En este contexto, el país ha asumido compromisos globales para la adaptación y mitigación del cambio climático. Por ejemplo, recientemente se adhirió al "Compromiso Global del Metano" para reducir las emisiones de metano en un 30 % hasta 2030. La producción de carne vacuna también genera una gran variedad de residuos y subproductos, algunos de ellos actualmente subutilizados y con potencial para diversificar la producción y aumentar el valor agregado. Por último, la cadena de carne vacuna destaca por su sólido marco institucional y diferentes proyectos de investigación que generan una gran variedad de información. En este contexto, las estadísticas, las publicaciones, los expertos y las instituciones proporcionan información adecuada para un seguimiento frecuente del flujo de materiales de la carne vacuna y sus efectos de sostenibilidad asociados.

El MFA y la evaluación de los efectos de sostenibilidad de la pulpa de eucalipto destacan su importancia en términos de generación de empleo, valor agregado y su potencial para aumentar la eficiencia energética y reducir las emisiones de GEI en la fase industrial. También hay potencial para una mayor valorización de los residuos y subproductos, incluyendo la

generación de bioenergía, biocombustibles y bioquímicos. Se espera que esta cadena se convierta en el principal producto de exportación del país en los próximos años.

El MFA y la evaluación de los efectos de sostenibilidad de la producción de leche en polvo destacan el papel de la industria láctea como una cadena de producción dinámica que genera empleo y valor agregado, con un perfil exportador. El sector destaca por su sólido marco institucional y por una producción predominantemente pastoril, sin confinamiento. La cadena lechera también forma parte del compromiso mundial de metano mencionado anteriormente. Además, la primera Contribución Determinada a nivel Nacional establece una medida incondicional vinculada a la gestión de efluentes a través de la utilización de tecnologías de cero descargas a ríos y arroyos y/o buenas prácticas de tratamiento de efluentes y/o recuperación de los nutrientes y minimización de las emisiones de metano en al menos 40 %. Esta medida se encuentra en implementación (SNRCC, 2022). Existen políticas públicas para regular y controlar los procesos productivos. En particular, los Planes de Lechería Sostenible. Adicionalmente, existen institutos de investigación científica y proyectos nacionales como INIA, Clemente Estable y Biovalor que generan conocimiento. Sin embargo, es deseable fortalecer la investigación e innovación que contribuyan a la circularidad. La mejora de la productividad, la asistencia técnica en el manejo de las explotaciones, la incorporación de tecnología para la gestión de efluentes, la contratación de seguros climáticos y las políticas públicas adecuadas contribuirían al desarrollo sostenible de la industria láctea.

En cuanto a la pesca, las cuestiones ambientales y de gobernanza se consideran las más relevantes para garantizar la sostenibilidad del sector. La explotación de los recursos acuáticos genera grandes *trade-offs* o compensaciones a nivel nacional e internacional. Sin embargo, muchos de los efectos son difíciles de cuantificar, incluso cuando se dispone de información. Por otro lado, la intervención y la regulación permitirían reforzar los instrumentos de control, los vínculos internacionales y la cooperación para el buen uso de los recursos comunes. A nivel económico y social, los principales retos están relacionados con un mayor desarrollo de la industria, concretamente de la acuicultura y de la demanda interna de la pesca local. Asimismo, de todos los productos analizados, se observan mayores limitaciones en la disponibilidad de información, relacionadas con la continuidad de los datos estadísticos y la sistematización de la información.

El monitoreo sectorial de la bioeconomía permite una primera aproximación al desarrollo de la bioeconomía uruguaya y sus efectos de sustentabilidad frente al conjunto de la economía. Considerando las limitaciones y vacíos de información identificados, se sugiere la colaboración entre organismos públicos y privados para asegurar la recolección periódica de datos desagregados junto con una actualización de las clasificaciones estadísticas relacionadas con el uso de los recursos biológicos así como de los sectores atribuibles al desarrollo de la bioeconomía. Esta colaboración con el sector privado proporcionaría una imagen de las áreas clave que requieren una mejora de su sostenibilidad. Una vez que se recojan los datos

necesarios, se podrán actualizar las estimaciones de la cuota de productos bio-basados prevista para evaluar si se han cumplido los objetivos nacionales de bioeconomía. Actualmente, el seguimiento basado en valores monetarios es una limitación del enfoque de seguimiento. Por lo tanto, se recomienda complementar las estadísticas basadas en valores con datos físicos. Asimismo, el número de indicadores propuestos para la evaluación sectorial de los efectos de sostenibilidad de la bioeconomía es actualmente limitada. Para evaluar un mayor número de efectos de sostenibilidad, es necesario mejorar la disponibilidad de datos. Un sistema de contabilidad medioambiental diferenciado, apoyado por información recolectada con frecuencia, mejoraría sustancialmente el seguimiento sectorial.

Desde el punto de vista metodológico, los esfuerzos de investigación deberían centrarse en los factores contextuales (sociales, medioambientales y económicos) que podrían influir en el desarrollo de la bioeconomía, así como en el establecimiento de un valor de referencia adecuado para los indicadores de sostenibilidad que se utilizaría como punto de referencia para futuras evaluaciones. Por último, a partir de los resultados, se han podido identificar diferentes limitaciones e importantes vacíos de información que deberían mejorarse para permitir el seguimiento de la sostenibilidad de la bioeconomía a largo plazo. Entre ellas, las diferencias en las estadísticas entre las fuentes, las limitaciones en la desagregación de los datos y la falta de información periódica y actualizada, especialmente en lo que respecta a las estadísticas medioambientales

10 Conclusions

This report presents the results of work carried out from October 2020 to develop a monitoring and evaluating system to assess the sustainability of the bioeconomy in Uruguay. The monitoring approach being applied for the case of Uruguay was developed by Thünen Institute and comprises its implementation in terms of sectoral and material flow analysis, including in both cases the selection and quantification of sustainability indicators (economic, social and environmental).

The results present a preliminary view of the sustainability of the bioeconomy at the material flow and sectoral level. They also denote trade-offs and synergies between different sustainability effects.

In the soybean sector, although Uruguay is a net exporter, it is important to note that there are opportunities to increase domestic processing of the grain. As a result, imports of processed soy products could be reduced and domestic value added could be increased. There are also opportunities to improve some aspects of sustainability, including through the reduction of agrochemicals and the more responsible use of soil. In general, data availability for soybean production is sufficient. Official statistics and institutions provide information for a frequent bioeconomy monitoring.

Material flow analysis and assessment of sustainability for beef, on the one hand, highlights its important role in terms of employment generation and value added. On the other hand, beef production is a main contributor to GHG emissions. Thus, reducing these emissions is a priority for Uruguay. In this context, the country has undertaken global climate change adaptation and mitigation commitments. For example, Uruguay has adhered to the global methane commitment to reduce methane emissions by 30 percent by 2030. Beef production also generates a wide variety of residues and by-products, some of which are currently underused – these offer potential for diversifying production and increasing value added. Moreover, the beef meat chain stands out for its solid institutional framework and different research projects. Statistics, publications, experts and institutions provide ample information for a frequent monitoring of the beef material flow and its associated sustainability effects.

The MFA and assessment of sustainability effects of *Eucalyptus* pulp highlight its importance in terms of employment generation, value added and its potential to increase energy efficiency and reduce GHG emissions in the industrial stage. There is also potential for greater valorization of residues and by-products, including through the generation of bioenergy, biofuels and biochemicals. It is expected that this chain will become the country's main export product in the coming years.

MFA and assessment of sustainability effects of milk powder production highlight the role of the dairy industry as a dynamic production chain that generates employment and added value, with an export profile. The sector stands out for its solid institutional framework and predominantly pastoral production, without confinement. The dairy chain is also part of the global methane commitment mentioned above. In addition, the first Nationally Determined Contribution establishes an (unconditional) measure linked to effluent management through the use of zero discharge technologies to rivers and streams and/or good effluent treatment practices and/or nutrient recovery and minimization of methane emissions in at least 40 percent. This measure is being implemented (SNRCC, 2022). There are public policies to regulate and control production processes. In particular, there are sustainable dairy plans. In addition, there are scientific research institutes and national projects such as INIA, Clemente Estable and Biovalor that generate knowledge. However, it is desirable to strengthen research and innovation that will contribute to circularity. Improvements in productivity, technical assistance in farm management, the incorporation of technology for effluent management, the contracting of climate insurance and appropriate public policies would contribute to the sustainable development of the dairy industry.

As for fisheries, environmental and governance issues are considered the most relevant to ensure the sustainability of the sector. The exploitation of aquatic resources generates large compensation at the national and international level. However, many of the effects are difficult to quantify, even when information is available. On the other hand, intervention and regulation would make it possible to strengthen control tools, international links and cooperation for the proper use of common resources. At the economic and social level, the main challenges are linked to greater development of the industry, specifically aquaculture and domestic demand for local fisheries. Likewise, of all the products analysed, there were greater limitations in the availability of information on fisheries, related to the continuity of statistical data and the systematization of information.

Sectoral bioeconomy monitoring provides a first insight into the development of the Uruguayan bioeconomy and its sustainability effects compared to the economy as a whole. Considering the identified limitations and information gaps, collaborative efforts between public and private agencies are recommended to ensure the periodic collection of disaggregated data along with an update of statistical classifications related to the use of biological resources as well as sectors attributable to the development of the bioeconomy. This collaboration with the private sector would provide a picture of key areas requiring improvement in their sustainability. Once the necessary data are collected, estimates of targeted bio-based shares can be updated to assess whether national bioeconomy targets have been met. Currently, the monitoring based on monetary values is a limitation of the monitoring approach. It is therefore recommended to complement the value-based statistics with physical data. The number of indicators proposed for the sectoral assessment of sustainability effects of the bioeconomy is currently rather limited. To assess a larger number

of sustainability effects, data availability needs to be improved. A differentiated environmental accounting system supported by frequently collected information about environmental effects would improve the sectoral monitoring substantially.

From a methodological point of view, research efforts should focus on the contextual factors (social, environmental and economic) that could influence the development of the bioeconomy, as well as on the establishment of an appropriate reference value for sustainability indicators to be used as a benchmark for future assessments. Finally, based on the results, it was possible to identify different limitations and important information gaps that should be improved in order to allow the monitoring of the sustainability of the bioeconomy in the long term. These include differences in the statistics between sources, limitations in the disaggregation of data, and lack of periodic and updated information, especially in terms of environmental statistics.

Referencias/References

- Achkar, M., Dominguez, A. & Pesce, F.** 2012. *Cuenca del Río Santa Lucía – Uruguay. Aportes para la discusión ciudadana*. Montevideo, Redes, Amigos de la Tierra.
<https://www.redes.org.uy/wp-content/uploads/2012/12/Publicacion-Santa-Lucia-WEB.pdf>
- Ackermann, M.N. & Cortelezzi, A.** 2020. *Empleo en el sector agropecuario: situación 2019 a partir de las Encuestas Continuas de Hogares e impactos preliminares del COVID-19*. Montevideo, MGAP.
https://eva.interior.udelar.edu.uy/pluginfile.php/28799/mod_resource/content/0/2020%20Empleo%20en%20actividades%20agropecuarias_Situaci%C3%B3n%202019%20e%20impactos%20COVID-19.pdf
- Ackermann, M.N., Cortelezzi, A., Barboza, N., Costa, N., Román N., Muñoz, G., Paolo de Salvo, C. & García, F.** 2022. *Análisis de las políticas agropecuarias en Uruguay: cuantificación de los apoyos específicos 2017-2020 y su vinculación con las emisiones de gases de efecto invernadero*. Montevideo, Monografía del BID 1006. [Consultado el/Cited 29/6/2022].
<http://dx.doi.org/10.18235/0004246>
- Alviar, M., García-Suaza, A., Ramírez-Gómez, L. & Villegas-Velásquez, S.** 2021. Measuring the Contribution of the Bioeconomy: The Case of Colombia and Antioquia. *Sustainability*, 13 (4): 2353. <https://doi.org/10.3390/su13042353>
- Astigarraga, L. & Picasso, V.** 2011. *Avances en el estudio de la huella de carbono de la lechería en Uruguay. Sustentabilidad ambiental de los sistemas lecheros en un contexto económico de cambios*. Serie Actividades de difusión no. 663. Montevideo, INIA.
https://www.researchgate.net/publication/318828060_Avances_en_el_estudio_de_la_Huell_a_de_Carbono_de_la_lecheria_en_Uruguay
- Baraldo, J., Emmer, V. & Costa, N.** 2020. *Impacto potencial de la Convocatoria Cuenca del Santa Lucía en la calidad del agua*. Montevideo, Anuario de la Oficina de Programación y Política Agropecuaria (OPYPA).
https://www.researchgate.net/publication/356613033_Impacto_potencial_de_la_Convocatoria_Cuenca_de_Santa_Lucia_en_la_calidad_del_agua
- Becoña, G., Ledgard, S., Astigarraga, L., Lizarralde, C., Dieguez, F. & Morales, H.** 2020. EMAG- National model to evaluate environmental impacts of cattle production systems in Uruguay. *Agrociencia Uruguay 2020*, 24 (2), Article 48. Montevideo, INIA. [Consultado el/Cited 29/6/2022]. <https://agrocienciauruguay.uy/index.php/agrociencia/article/view/48>
- Becoña, G., Oyhantcabal, W., Astigarraga, L., Roel, A. & Saizar, C.** 2013. *Primer estudio de la huella de carbono de tres cadenas agroexportadoras del Uruguay: carne vacuna, láctea, arrocería*. Informe final. Montevideo, MGAP, UDELAR, INIA y LATU.
<https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/primer-estudio-huella-carbono-tres-cadenas-agroexportadoras-del-uruguay>

Bervejillo, J.E. 2021. *Comportamiento del sector de la carne vacuna*. Anuario de la Oficina de Programación y Política Agropecuaria (OPYPA). Montevideo, MGAP.

<https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/anuario-opypa-2021/analisis-sectorial-cadenas-productivas/comportamiento>

Bogdanski, A., Giuntoli, J., Mubareka, S., Gomez San Juan, M., Robert, N. & Tani, A. 2021. *Guidance Note on Monitoring the Sustainability of the Bioeconomy at a Country or Macro-regional Level*. Environment and Natural Resources Management Working Papers – Bioeconomy, No. 90. Rome/Roma, FAO and EC-JRC. <https://doi.org/10.4060/cb7437en>

Borges, M., Deana, A., Pittaluga, L., Balian, C. & Rodriguez, A. 2021. *Contribución de la bioeconomía a la recuperación pospandemia de COVID-19 en el Uruguay: biotecnología y valorización de subproductos agropecuarios y agroindustriales*. Serie Recursos Naturales y Desarrollo, N°208 (LC/TS.2021/112). Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47255/1/S2100314_es.pdf

Bracco, S., Çalicioğlu, Ö., Gomez San Juan, M. & Flammini, A. 2018. Assessing the contribution of bioeconomy to the total economy: A review of national frameworks. *Sustainability*, 10(6): 1698. <https://doi.org/10.3390/su10061698>

Bracco, S., Tani, A., Çalicioğlu, Ö., Gomez San Juan, M. & Bogdanski, A. 2019. *Indicators to monitor and evaluate the sustainability of bioeconomy. Overview and a proposed way forward*. Rome/Roma, FAO. <https://www.fao.org/3/ca6048en/CA6048EN.pdf>

Brazeiro, A., Achkar, M., Toranza, C. & Bartesaghi, L. 2020. Agricultural expansion in Uruguayan grasslands and priority areas for vertebrate and woody plant conservation. *Ecology and Society*, 25(1) : 15.

https://www.researchgate.net/publication/339479909_Agricultural_expansion_in_Uruguay_an_grasslands_and_priority_areas_for_vertebrate_and_woody_plant_conservation

Calicioglu, Ö. & Bogdanski, A. 2021. Linking the bioeconomy to the 2030 sustainable development agenda: Can SDG indicators be used to monitor progress towards a sustainable bioeconomy? *New Biotechnology*, 61: 40-49. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2020.10.010>

Conaprole (Cooperativa Nacional de Productores de Leche). 2020. *Memoria Anual 2020*. https://www.conaproleforexport.uy/wp-content/uploads/sites/2/2021/01/Memoria-Anual-CONAPROLE_con-tabla-GRI-para-imprimir.pdf

Coremberg, A. 2021. *Haciendo visible la bioeconomía. Guía metodológica para la estimación de la Cuenta Satélite de la Bioeconomía en América Latina y el Caribe: el caso de Uruguay*. Buenos Aires, IICA.

<https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/16977/BVE21068238e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- CPA Ferrere.** 2020. *Productividad de la mano de obra en cadenas agroindustriales*. Montevideo, MGAP. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/productividad-mano-obra-cadenas-agroindustriales>
- Damiano, G.** 2019. *Evaluación del efecto del descarte pesquero en el estuario del Río de la Plata y plataforma costera, mediante modelación ecosistémica*. Montevideo, Facultad de Ciencias de la Universidad de la República (Uruguay). Tesis de grado. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/23867/1/uy24-19536.pdf>
- De Besi, M. & McCormick, K.** 2015. Towards a Bioeconomy in Europe: National, Regional and Industrial Strategies. *Sustainability*, 7(8): 10461-10478. <https://doi.org/10.3390/su70810461>
- Defeo, O., Castrejón, M., Ortega, L., Kuhn, A., M. Gutiérrez, N. L. & Castilla, J. C.** 2013. Impacts of climate variability on Latin American small-scale fisheries. *Ecology and Society*, 18(4): 30. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-05971-180430>
- DIEA (Oficina de Estadísticas Agropecuarias).** 2020. *Anuario estadístico agropecuario, 2020*. Montevideo, MGAP. <https://descargas.mgap.gub.uy/DIEA/Anuarios/Anuario2020/ANUARIO2020.pdf>
- DIEA (Oficina de Estadísticas Agropecuarias).** 2021. *Anuario estadístico agropecuario, 2021*. Montevideo, MGAP <https://descargas.mgap.gub.uy/DIEA/Anuarios/Anuario2021/LIBRO ANUARIO 2021 Web.pdf>
- Dieste, A., Clavijo, L., Torres, A.I., Barbe, S., Oyarbide, I., Bruno, L. & Cassella, F.** 2016. Lignin from Eucalyptus spp. Kraft Black Liquor as Biofuel. *Energy & Fuels*, 30 (12): 10494-10498. <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.6b02086>
- DINARA (Dirección Nacional de Recursos Acuáticos).** 2019. *Boletín estadístico pesquero, 2018*. Montevideo, DINARA-MGAP. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/estadisticas/boletin-estadistico-pesquero-2016-18>
- DGF (Dirección General Forestal).** 2021. *Estadísticas Forestales 2021*. División Evaluación e Información. Montevideo, MGAP Dirección General Forestal. https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/2021-05/DGF Boletin Estadistico_2021_0.pdf
- Dubois, O. & Gomez San Juan, M.** 2016. *How sustainability is addressed in official bioeconomy strategies at international, national and regional levels: An overview*. Environment and Natural Resources Management. Working Paper no. 63. Rome/Roma, FAO. <https://www.fao.org/3/i5998e/i5998e.pdf>
- Efken, J., Dirksmeyer, W., Kreins, P. & Knecht, M.** 2016. Measuring the importance of the bioeconomy in Germany: Concept and illustration. *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences*, 77(1): 9-17. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2016.03.008>

Egenolf, V. & Bringezu, S. 2019. Conceptualization of an Indicator System for Assessing the Sustainability of the Bioeconomy. *Sustainability*, 11 (2): 443. <http://dx.doi.org/10.3390/su11020443>

FAO. 2021. *Aspirational Principles and Criteria for a Sustainable Bioeconomy*. Rome/Roma, FAO. <https://www.fao.org/3/cb3706en/cb3706en.pdf>

Fariña, S. R. 2016. *Desafíos futuros para los sistemas de producción de leche de Uruguay*. XLIV Jornadas Uruguayas Buiatría. https://www.researchgate.net/publication/308013541_Desafios_futuros_para_los_sistemas_de_produccion_de_leche_de_Uruguay

GIT-BS (Grupo Interinstitucional de Trabajo en Bioeconomía Sostenible). 2020. Estrategia de Bioeconomía: hacia una economía sostenible y circular. págs. 70. Sin Publicar.

Hák, T., Janoušková, S. & Moldan, B. 2016. Sustainable Development Goals: A need for relevant indicators. *Ecological Indicators*, 60: 565-573, <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.08.003>

INALE (Instituto Nacional de la Leche). 2021. *Situación y perspectivas de la lechería uruguaya. Período enero-diciembre 2020*. Informe INALE N° 19. Montevideo, INALE. <https://www.inale.org/wp-content/uploads/2021/06/Situacion-y-Perspectivas-lecheria-uruguaya-2020-3.pdf>

INALE (Instituto Nacional de la Leche). 2022. *Uruguay lechero*. Montevideo, INALE. <https://www.inale.org/uruguay-lechero/>

INAC (Instituto Nacional de Carnes). 2020. *Anuario estadístico*. Montevideo, INALE. https://www.inac.uy/innovaportal/file/19145/1/inac_anuario_2020_version_digital-1.pdf

INE (Instituto Nacional de Estadística). 2014. *Metodología de las Encuestas Anuales de Actividad Económica 2013 y 2014*. Montevideo, INE. <https://www5.ine.gub.uy/documents/Estad%C3%ADsticasecon%C3%B3micas/PDF/EAAE/Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20Encuesta%20Anual%20de%20Actividad%20Econ%C3%B3mica%202013%20-%202014.pdf>

Iost, S., Labonte, N., Banse, M., Geng, N., Jochem, D., Schweinle, J., Weber, S. & Weimar, H. 2019. German bioeconomy: Economic importance and concept of measurement. *German Journal of Agricultural Economics*, 68(4): 275-288. <https://www.gjae-online.de/articles/german-bioeconomy-economic-importance-and-concept-of-measurement/>

Iost, S., Geng, N., Schweinle, J., Banse, M., Brüning, S., Jochem, D., Machmüller, A. & Weimar, H. 2020. Setting up a bioeconomy monitoring: Resource base and sustainability. Thünen Working Paper 149. Hamburg (Germany), Thünen Institute. <https://www.gjae->

online.de/articles/german-bioeconomy-economic-importance-and-concept-of-measurement/

Jones, C., Costa N., Gonzalez, C., Risso, S., Baraldo, J., Aguirre, E., Laguna, H., Durán, V. & Oyhantçabal, W. 2020. *Fortalecimiento del sistema de reporte y verificación de la contribución determinada nacional al Acuerdo de París: indicador de ganadería en campo natural*. Anuario de la Oficina de Programación y Política Agropecuaria (OPYPA). Montevideo, MGAP. <https://descargas.mgap.gub.uy/OPYPA/Anuarios/anuario2020/anuario2020.pdf>

Kanter, D.R., Schwoob, M.-H., Baethgen, W.E., Bervejillo, J.E., Carriquiry, M., Dobermann, A., Ferraro, B. et al. 2016. Translating the Sustainable Development Goals into action: A participatory backcasting approach for developing national agricultural transformation pathways. *Global Food Security*, 10: 71-79. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gfs.2016.08.002>

MA (Ministerio de Ambiente). 2019. *Inventario Nacional de Gases del Efecto Invernadero*. INGEI 1990-2019. Montevideo, MA. <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/inventarios-nacionales-gases-efecto-invernadero-ingei>

Marin, Y. H., Horta, S., Chocca, J. & Defeo, O. 2020. Historical expansion and diversification of Uruguayan fisheries in the Río de la Plata and the Atlantic Ocean: the concept of «Métier» and the identification of high-intensity fishing areas. *Ocean and Coastal Management*, 184: 104919. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104919>

Marín, Y. H. 2016. La pesca industrial uruguaya desde la perspectiva de los sistemas socio-ecológicos. Montevideo, Universidad de la República Facultad de Ciencias. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/37942/1/uy24-18195.pdf>

Meier, E. 2014. *Nachhaltigkeitsbewertung: Logical Framework-Ansatz zur Kontextbezogenen Operationalisierung von Nachhaltigkeit auf Basis Gesellschaftlicher Nachhaltigkeitskonzepte*. Hamburg (Germany), University of Hamburg. Ph.D. Thesis. <https://ediss.sub.uni-hamburg.de/bitstream/ediss/5835/1/Dissertation.pdf>

MGAP (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca). 2017. *Uruguay Agointeligente, Los desafíos para un desarrollo sostenible*. Montevideo, MGAP. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/uru185736.pdf>

MIEM (Ministerio de Industria, Energía y Minería). 2020a. *Energy Balance 2020*. [online]. Montevideo. [Consultado el/Cited 22/06/2022]. <https://ben.miem.gub.uy/fuentsp8.php>

MIEM (Ministerio de Industria, Energía y Minería). 2020b. *Fuentes de energía primaria. Biomasa. Residuos de biomasa*. [online]. Montevideo. [Consultado el/Cited 22/06/2022]. <https://ben.miem.gub.uy/fuentsp8.php>

MIEM (Ministerio de Industria, Energía y Minería). 2020c. *Circular Economy and Climate Change. Waste Valorization: a contribution from Uruguay. The Biovalor Project*. Montevideo,

MIEM-MA-MGAP-UNIDO-GEF. <https://sdginvestorplatform.undp.org/market-intelligence/industrial-waste-circular-economy>

Modernel, P., Astigarraga, L. & Picasso, V. 2013. Global versus local environmental impacts of grazing and confined beef production systems. *Environmental Research Letters* 8. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/3/035052>

Modernel, P., Dogliotti, S., Alvarez, S., Corbeels, M., Picasso, V., Tiftonell, P. & Rossing, W.A.H. 2018. Identification of beef production farms in the Pampas and Campos area that stand out in economic and environmental performance. *Ecological Indicators*, 89: 755–770. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X18300360?via%3Dihub>

MVOTMA (Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente). 2019. *Plan Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible*. Montevideo, MVOTMA. <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/comunicacion/publicaciones/plan-nacional-ambiental-para-desarrollo-sostenible>

Naciones Unidas. 2007. *Clasificación Industrial Internacional Uniforme de Todas las Actividades Económicas*. Revisión 4, Serie M, No. 4 Rev. 4. Nueva York/New York (USA), Naciones Unidas/United Nations. <https://unstats.un.org/unsd/classifications/Family/Detail/27>

OPP (Oficina de Planeamiento y Presupuesto). 2018. *Hacia una Estrategia Nacional de Desarrollo - Volumen IX - Avances del proyecto bioeconomía forestal 2050*. Montevideo, Gubieron de Uruguay. https://www.opp.gub.uy/sites/default/files/inline-files/11_Avances%20del%20proyecto%20bioeconomia%20forestal%202050.pdf

Observatorio de Oleaginosos. 2020. *El complejo oleaginoso en Uruguay: Análisis Zagra 2019/2020 y perspectivas*. [online]. Montevideo. [Consultado el/Cited 28/06/2022]. <https://oleaginosos.org.uy/observatorio>

OPP-MGAP-MIEM-PACC-BID-MTO. 2013. *Plan Estratégico Conglomerado de Oleaginosos de Uruguay 2013-2020*. <http://mto.org.uy/wp-content/uploads/2013-09-Plan-Estrat%C3%A9gico-Conglomerado-de-Oleaginosos-de-Uruguay-Dise%C3%B1o.pdf>

OPYPA (Oficina de Programación y Política Agropecuaria). 2020. *Análisis sectorial y cadenas productivas*. Temas de política, Estudios. Montevideo, MGAP. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/anuario-opypa-2020>

Pozo, P. & Säumel, I. 2018. How to Bloom the Green Desert: Eucalyptus Plantations and Native Forests in Uruguay beyond Black and White Perspectives. *Forests*, 9(10): 614. <https://doi.org/10.3390/f9100614>

PROBIO. 2022. *Producción de electricidad a partir de biomasa. Información y estudios.* [online]. Montevideo. [Consultado el/Cited 22/06/2022].
<http://www.probio.dne.gub.uy/cms/>

Programa Integración de la Agricultura en los Planes Nacionales de Adaptación (NAP-Ag). 2019. *Plan Nacional de Adaptación a la Variabilidad y el Cambio Climático para el sector agropecuario.* Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Grupo de Coordinación del Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático y Variabilidad. Montevideo, UNDP. undp-uy-pna-agro-uruguay-2019.pdf

Rey, M. 2010. Las estadísticas pesqueras en el Uruguay. *Frente Marítimo* 21: 171-173.
<https://ctmfm.org/upload/archivoSeccion/re-y-142478276379.pdf>

Román, N. & Visentin, J. 2021. *Primeros resultados de la Cuenta Ambiental Económica Agropecuaria.* Anuario de la Oficina de Programación y Política Agropecuaria. Montevideo, MGAP. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/anuario-opypa-2021/estudios/primeros-resultados-cuenta-ambiental>

Román, N., Visentin, J. & Balian, C. 2020. *Avances en la construcción de la Cuenta Ambiental Económica Agropecuaria.* Anuario de la Oficina de Programación y Política Agropecuaria. Montevideo, MGAP.
<https://descargas.mgap.gub.uy/OPYPA/Anuarios/anuario2020/anuario2020.pdf>

Ronzon, T. & M'Barek, R. 2018. Socioeconomic Indicators to Monitor the EU's Bioeconomy in Transition. *Sustainability*, 10 (6): 1745. <https://doi.org/10.3390/su10061745>

Ruggia, A., Dogliotti, S., Aguerre, V., Albicette, M.M., Albin, A., Blumetto, O., Cardozo, G. et al. 2021. The application of ecologically intensive principles to the systemic redesign of livestock farms on native grasslands: A case of co-innovation in Rocha, Uruguay. *Agricultural Systems*, 191:103148. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103148>

Schulte, M., Hammar, T., Stendahl, J., Seleborg, M. & Hansson, P. A. 2021. Time dynamic climate impacts of a eucalyptus pulp product: Life cycle assessment including biogenic carbon and substitution effects. *GCB Bioenergy*, 13(11), 1831-1850.
<https://doi.org/10.1111/gcbb.12894>

Schweinle, J., Geng, N., Iost, S., Weimar, H. & Jochem, D. 2020. Monitoring sustainability effects of the Bioeconomy: a material Flow based approach using the example of softwood lumber and its core product Epal 1 Pallet. *Sustainability*, 12(6) : 2444.
<https://doi.org/10.3390/su12062444>

Sena, G. 2021. *Análisis costo-beneficio de sistemas de gestión de efluente con descarga cero en tambos.* Anuario OPYPA. Montevideo, MGAP. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/anuario-opypa-2021/anuario-opypa-2021>

SNRCC (Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático). 2022. *Visualizador de avances de la Contribución Determinada a nivel Nacional y otros indicadores vinculados*. [online]. Montevideo. [Consultado el/Cited 28/06/2022]. <https://visualizador.gobiernoabierto.gub.uy/>

Sturm, V. & Banse, M. 2021. Transition paths towards a bio-based economy in Germany: A model-based analysis. *Biomass and Bioenergy*, 148, 106002. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2021.106002>

Teruggi, M. 2019. “A framework for assessing vulnerability to climate change of artisanal coastal fisheries in Uruguay”. Universita degli studi di Torino (Italia). Tesi di Laurea Magistrale.

Tieri, M.P., La Manna, A., Montossi, F., Banchemo, G., Mieres, J. & Fernandez, E. 2013. *El balance de nutrientes en 36 predios comerciales del GIPROCAR II (FUCREA/INIA): una primera aproximación al proceso de intensificación en sistemas agrícola-ganaderos y su potencial impacto en el ambiente*. MONTOSI, F. (Ed.). Invernada de precisión: Pasturas, Calidad de Carne, Genética, Gestión Empresarial e Impacto Ambiental (GIPROCAR II). Serie técnica 211. Montevideo, INIA. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/7667/1/St-211-2013-p.129-136.pdf>

Tubiello, F.N., Wanner, N., Asprooth, L., Mueller, M., Ignaciuk, A., Khan, A. A. & Rosero Moncayo, J. 2021. *Measuring progress towards sustainable agriculture*. FAO Statistics Working Paper 21-24. Rome/Roma, FAO. <https://doi.org/10.4060/cb4549en>

UPM Forestal Oriental. 2020. A la vanguardia de la nueva industria forestal. Informe publico. [online]. Montevideo. [Consultado el/Cited 28/06/2022]. <https://user-fudicvo.cld.bz/Informe-publico-2020-UPM-Forestal-Oriental>

Uruguay XXI. 2020. Informe anual, comercio exterior. [online]. Montevideo. [Consultado el/Cited 28/06/2022]. <https://www.uruguayxxi.gub.uy/es/centro-informacion/articulo/informe-anual-de-comercio-exterior-de-uruguay-2020/>

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>.

Anexo. Cuadros para análisis sectorial

Cuadro A 1: Productos totalmente biológicos para 2012 y 2016 a nivel de un dígito para todas las secciones.

| Código | Denominación |
|--------|--|
| 1 | Productos agrícolas |
| 2 | Productos pecuarios |
| 3 | Productos de la silvicultura |
| 5 | Productos cárnicos y lácteos |
| 6 | Productos alimenticios, bebidas y tabaco |
| 7 | Productos textiles, prendas de vestir y productos de cuero |

Cuadro A 2: Insumos totalmente biológicos a nivel de 4 dígitos utilizados en la Sección C.

| 2012 | | 2016 | |
|--------|--|--------|--|
| Código | Denominación | Código | Denominación |
| 1 | Semillas | 1 | Semillas |
| 2 | Trigo | 2 | Trigo |
| 3 | Maíz y sorgo | 3 | Maíz y sorgo |
| 4 | Arroz | 4 | Arroz |
| 5 | Cebada | 5 | Cebada |
| 6 | Otros cereales | 6 | Otros cereales |
| 7 | Legumbres; vegetales leguminosos secos | 7 | Legumbres; raíces y tubérculos comestibles ricos en almidón o inulina; vegetales leguminosos secos |
| 8 | Cítricos | 8 | Frutas y nueces |
| 9 | Uvas | 9 | Soja y girasol |
| 10 | Resto de frutas, frutos secos (excluidas las nueces comestibles silvestres y maní), con cáscara; semillas de frutas; otras frutas, n.c.p. | 10 | Cosechas de azúcar |
| 11 | Soja y girasol | 11 | Productos de forraje, fibras, plantas vivas, flores y capullos de flores, tabaco en rama, y caucho natural |
| 12 | Raíces y tubérculos comestibles ricos en almidón o inulina | 12 | Animales de la especie bovina; materiales reproductivos de animales |
| 13 | Cosechas de azúcar | 13 | Otros rumiantes (incluye ovinos, caprinos y otros rumiantes n.c.p); caballos y otros equinos; otros animales vivos (excepto porcinos y aves de corral) |
| 14 | Productos de forraje, fibras, plantas vivas, flores y capullos de flores, tabaco en rama, y caucho natural | 14 | Ganado porcino, aves de corral; huevos frescos de gallinas o de otras aves con cáscara |
| 15 | Animales de la especie bovina; materiales reproductivos de animales | 15 | Leche sin elaborar |
| 16 | Otros rumiantes (incluye ovinos, caprinos y otros rumiantes n.c.p); caballos y otros equinos; otros animales vivos (excepto porcinos y aves de corral) | 16 | Otros productos animales, excepto cueros, pieles y pieles finas, sin curtir |

| | | | |
|----|--|----|--|
| 17 | Ganado porcino, aves de corral; huevos frescos de gallinas o de otras aves con cáscara | 17 | Cueros, pieles y pieles finas, sin curtir |
| 18 | Leche sin elaborar | 18 | Productos de la silvicultura y la extracción de madera |
| 19 | Otros productos animales, excepto cueros, pieles y pieles finas, sin curtir | 19 | Pescado y otros productos de la pesca |
| 20 | Cueros, pieles y pieles finas, sin curtir | 24 | Carne y despojos de carne de bovino |
| 21 | Productos de la silvicultura y extracción de madera | 25 | Carne y despojos de carne excepto de bovino |
| 22 | Pescado y otros productos de la pesca | 26 | Preparados y conservas de pescado, crustáceos, moluscos u otros invertebrados acuáticos |
| 28 | Carne y despojos de carne de bovino | 27 | Aceites y grasas animales y vegetales |
| 29 | Carne y despojos de carne excepto de bovino | 28 | Vegetales, legumbres y papas preparados o conservados; frutas y nueces preparadas o en conserva |
| 30 | Preparados y conservas de pescado, crustáceos, moluscos u otros invertebrados acuáticos | 29 | Productos lácteos y productos de huevos procesados |
| 31 | Aceites y grasas animales y vegetales | 30 | Arroz semi-molido o molido, descascarillado |
| 32 | Vegetales, legumbres y papas preparados o conservados; frutas y nueces preparadas o en conserva | 31 | Productos de molinería excepto arroz |
| 33 | Leche y crema elaboradas (líquidas) | 32 | Almidones y sus productos; preparados utilizados para la alimentación de animales |
| 34 | Otros productos lácteos; huevos, con cáscara, conservados o cocidos | 33 | Productos de panadería; macarrones, fideos, alcuzczuz y productos farináceos análogos |
| 35 | Arroz semi-molido o molido | 34 | Cacao, chocolate y artículos de confitería preparados con azúcar; jarabes y concentrados; azúcar; resto de otros productos alimenticios n.c.p. |
| 36 | Productos de molinería excepto arroz | 35 | Alcohol etílico; aguardientes, licores y otras bebidas espirituosas; productos del tabaco |
| 37 | Almidones y sus productos; preparados utilizados para la alimentación de animales | 36 | Vinos |
| 38 | Productos de panadería; macarrones, fideos, alcuzczuz y productos farináceos análogos | 37 | Cerveza y malta |
| 39 | Cacao, chocolate y artículos de confitería preparados con azúcar; jarabes y concentrados; azúcar; resto de otros productos alimenticios n.c.p. | 45 | Pulpa de papel, papel y cartón |
| 40 | Alcohol etílico; aguardientes, licores y otras bebidas espirituosas; productos de tabaco | | |
| 41 | Vinos | | |
| 42 | Cerveza y malta | | |
| 51 | Pulpa de papel, papel y cartón | | |
| 65 | Productos de caucho | | |

Cuadro A 3: Insumos parcialmente biológicos a nivel de cuatro dígitos utilizados en la Sección C.

| 2012 | | 2016 | |
|--------|--|--------|--|
| Código | Denominación | Código | Denominación |
| 43 | Bebidas no alcohólicas; aguas minerales embotelladas | 38 | Bebidas no alcohólicas; aguas minerales embotelladas |
| 44 | Fibras textiles (incluye tops de lana peinada), hilos e hilados | 39 | Hilados e hilos; tejidos de fibras textiles, incluso afelpados |
| 45 | Tejidos de fibras naturales (incluye algodón), de filamentos continuos y fibras discontinuas manufacturados | 40 | Artículos textiles (excepto prendas de vestir) |
| 46 | Artículos textiles (excepto prendas de vestir) | 41 | Prendas de vestir, excepto de peletería y accesorios de plástico (incluye guantes de latex); tejidos de punto o ganchillo |
| 47 | Prendas de vestir, excepto de peletería y accesorios de plástico; tejidos de punto o ganchillo | 42 | Cuero y productos de cuero, excepto calzado |
| 48 | Cuero y productos de cuero, excepto calzado | 43 | Calzado y sus partes |
| 49 | Calzado y sus partes | 44 | Productos de madera, corcho, paja y materiales trenzables |
| 50 | Productos de madera, corcho, paja y materiales trenzables | 46 | Impresos y artículos análogos |
| 52 | Impresos y artículos análogos | 60 | Muebles y sus partes |
| 65 | Productos de caucho | 62 | Desperdicios o desechos |
| 71 | Muebles y sus partes | 77 | Servicios de suministro de comida y bebidas |
| 73 | Desperdicios o desechos | 96 | Servicios relacionados con la actividad agropecuaria, la caza, la silvicultura y la pesca |
| 76 | Maquinaria para las actividades industriales, agropecuarias, forestales, mineras y servicios; maquinaria para usos generales. Incluye armas y municiones. | 106 | Servicios de alcantarillado, recolección, tratamiento y eliminación de desechos, servicios de saneamiento y otros servicios de protección del medio ambiente |
| 90 | Servicios de suministro de comidas y bebidas | | |
| 117 | Servicios relacionados con la actividad agropecuaria, la caza, la silvicultura y la pesca | | |
| 130 | Servicios de alcantarillado, recolección, tratamiento y eliminación de desechos, servicios de saneamiento y otros servicios de protección del medio ambiente | | |

Table A 4: Cuotas de actividades económicas de base biológica presentadas en la Matriz de Uso Intermedio del Banco Central de Uruguay para los años 2012 y 2016.

| | 2012 | 2016 |
|----|---------|---------|
| C1 | 20.88 % | 20.07 % |
| C2 | 2.92 % | 2.64 % |
| C3 | 1.08 % | 0.55 % |

| | | |
|-----|--------|--------|
| C4 | 0.46 % | 0.51 % |
| C5 | 0.46 % | 0.31 % |
| C6 | 9.23 % | 6.82 % |
| C7 | 3.93 % | 3.24 % |
| C8 | 1.10 % | 0.93 % |
| C9 | 0.87 % | 1.76 % |
| C10 | 2.50 % | 3.09 % |
| C11 | 1.66 % | 1.98 % |
| C12 | 0.43 % | 0.05 % |
| C13 | 0.05 % | 0.49 % |
| C14 | 0.66 % | 1.17 % |
| C15 | 1.26 % | 0.20 % |
| C16 | 0.41 % | 1.02 % |
| C17 | 1.18 % | 0.00 % |
| C18 | 0.00 % | 1.47 % |
| C19 | 0.00 % | 1.17 % |
| C20 | 1.44 % | 5.83 % |
| C21 | 0.00 % | 0.43 % |
| C22 | 1.11 % | 0.00 % |
| C23 | 0.05 % | 0.02 % |
| C24 | 3.13 % | 0.33 % |
| C25 | 0.59 % | 0.00 % |
| C26 | 0.00 % | 0.71 % |
| C27 | 0.02 % | 0.18 % |
| C28 | 0.20 % | 0.16 % |
| C29 | 0.00 % | 0.02 % |
| C30 | 0.46 % | 0.01 % |
| C31 | 0.11 % | 0.00 % |
| C32 | 0.11 % | 0.00 % |
| C33 | 0.00 % | 0.00 % |
| C34 | 0.04 % | 0.00 % |
| C35 | 0.01 % | 0.00 % |
| C36 | 0.01 % | 0.01 % |
| C37 | 0.00 % | 0.00 % |
| C38 | 0.01 % | 0.00 % |
| C39 | 0.00 % | |
| C40 | 0.00 % | |
| C41 | 0.00 % | |
| C42 | 0.01 % | |
| C43 | 0.00 % | |
| C44 | 0.00 % | |
| C45 | 0.00 % | |

Cuadro A 5: Descripción de las actividades económicas presentadas en el IUM para los años 2012 y 2016.

| | 2012 | 2016 |
|------|--|---|
| C.1 | Elaboración y conservación de carne y productos cárnicos excepto de carne de aves y cerdos | Elaboración y conservación de carne y productos cárnicos excepto de carne de aves y cerdos |
| C.2 | Elaboración y conservación de carne de aves y cerdos; elaboración de fiambres y chacinados | Elaboración y conservación de carne de aves y cerdos; elaboración de fiambres y chacinados |
| C.3 | Elaboración y conservación de pescados, crustáceos y mariscos | Elaboración y conservación de pescados, crustáceos y mariscos |
| C.4 | Elaboración y conservación de frutas, legumbres y hortalizas | Elaboración y conservación de frutas, legumbres y hortalizas |
| C.5 | Elaboración de aceites de origen vegetal y animal excepto el de maíz | Elaboración de aceites de origen vegetal y animal excepto el de maíz |
| C.6 | Elaboración de productos lácteos | Elaboración de productos lácteos |
| C.7 | Elaboración de productos de molinería de arroz y elaboración de aceite de arroz | Elaboración de productos de molinería de arroz y elaboración de aceite de arroz |
| C.8 | Elaboración de productos de molinería de trigo y de otros cereales excepto arroz | Elaboración de productos de molinería de trigo y de otros cereales excepto arroz |
| C.9 | Elaboración de almidones, productos derivados del almidón y aceite de maíz; elaboración de alimentos preparados para animales | Elaboración de almidones, productos derivados del almidón y aceite de maíz; elaboración de alimentos preparados para animales |
| C.10 | Elaboración de productos de panadería y confitería | Elaboración de productos de panadería y confitería; elaboración de productos de fideería |
| C.11 | Elaboración de cacao, chocolates y de otros productos alimenticios n.c.p.; elaboración de comidas y platos preparados; elaboración de jarabes, concentrados y azúcar | Elaboración de cacao, chocolates y de otros productos alimenticios n.c.p.; elaboración de comidas y platos preparados; elaboración de jarabes, concentrados y azúcar |
| C.12 | Elaboración de productos de fideería | Destilación, rectificación y mezcla de bebidas alcohólicas; elaboración de productos de tabaco |
| C.13 | Destilación, rectificación y mezcla de bebidas alcohólicas; elaboración de productos de tabaco | Elaboración de vinos |
| C.14 | Elaboración de vinos | Elaboración de bebidas malteadas y de malta |
| C.15 | Elaboración de bebidas malteadas y de malta | Elaboración de bebidas no alcohólicas, producción de aguas minerales y otras aguas embotelladas |
| C.16 | Elaboración de bebidas no alcohólicas, producción de aguas minerales y otras aguas embotelladas | Fabricación de productos textiles |
| C.17 | Hilandería, tejeduría y acabados de productos textiles | Fabricación de prendas de vestir de todo tipo de material; artículos de piel y de punto y ganchillo |
| C.18 | Fabricación de otros productos textiles | Fabricación de productos de cuero y productos conexos |
| C.19 | Fabricación de prendas de vestir | Producción de madera y fabricación de madera y corcho, excepto muebles; fabricación de artículos de paja y de materiales trenzables |
| C.20 | Curtido y adobo de cueros; fabricación de maletas, bolsos de mano y artículos de talabartería y guarnicionería; adobo y teñido de pieles | Fabricación de papel y de los productos de papel |
| C.21 | Fabricación de calzado | Actividades de impresión y reproducción de grabaciones |
| C.22 | Aserrado y acepilladura de madera | Fabricación de coque y de productos de la refinación de petróleo |
| C.23 | Fabricación de productos de madera y corcho excepto muebles; fabricación de artículos de paja y de materiales trenzables | Fabricación de abonos y compuestos de nitrógeno; fabricación de plaguicidas y otros productos químicos de usos agropecuario |
| C.24 | Fabricación de papel y de los productos de papel | Fabricación de sustancias químicas básicas y biocombustibles; fabricación de plásticos y caucho sintético |
| C.25 | Actividades de impresión y reproducción de grabaciones | Fabricación de productos de limpieza y tocador |
| C.26 | Fabricación de coque y de productos de la refinación de petróleo | Fabricación de pinturas, barnices y productos de revestimiento similares, tintas de imprenta y masillas; fabricación de otros productos químicos n.c.p.; fabricación de fibras artificiales |
| C.27 | Fabricación de abonos y compuestos de nitrógeno; fabricación de pesticidas y de otros productos químicos de uso agropecuario | Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico |

| | | |
|------|---|--|
| C.28 | Fabricación de sustancias químicas básicas y biocombustibles; fabricación de plásticos y caucho sintético | Fabricación de productos de caucho y plástico |
| C.29 | Fabricación de productos de limpieza y tocador | Fabricación de cemento, cal y yeso; artículos de hormigón, cal y yeso; corte, talla y acabado de la piedra; fabricación de otros productos minerales no metálicos n.c.p. |
| C.30 | Fabricación de pinturas, barnices y productos de revestimiento similares, tintas de imprenta y masillas; fabricación de otros productos químicos n.c.p.; fabricación de fibras artificiales | Fabricación de vidrio y de productos de vidrio; fabricación de productos refractarios, de arcilla, de cerámica y porcelana |
| C.31 | Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico | Fabricación de metales comunes |
| C.32 | Fabricación de productos de caucho y plástico | Fabricación de productos elaborados de metal excepto maquinaria y equipo |
| C.33 | Fabricación de vidrio y de productos de vidrio | Fabricación de los productos informáticos, electrónicos y ópticos; fabricación de equipo eléctrico; fabricación de maquinaria y equipo n.c.p. |
| C.34 | Fabricación de cemento, cal y yeso | Fabricación de vehículos automotores, remolques y semiremolques |
| C.35 | Fabricación de productos refractarios, de arcilla, de cerámica y porcelana | Fabricación de otros tipos de equipo de transporte; reparación e instalación de maquinaria y equipo |
| C.36 | Artículos de hormigón, cal y yeso; fabricación de otros productos minerales no metálicos n.c.p. | Fabricación de muebles |
| C.37 | Fabricación de metales comunes | Fabricación de instrumentos y suministros médicos y dentales |
| C.38 | Fabricación de productos elaborados de metal excepto maquinaria y equipo | Fabricación de joyas y artículos conexos, instrumentos musicales, artículos de deporte, juguetes; otras industrias manufactureras n.c.p. |
| C.39 | Fabricación de los productos informáticos, electrónicos y ópticos; fabricación de equipo eléctrico; fabricación de maquinaria y equipo n.c.p. | |
| C.40 | Fabricación de vehículos automotores, remolques y semiremolques | |
| C.41 | Fabricación de otros tipos de equipo de transporte | |
| C.42 | Fabricación de muebles | |
| C.43 | Fabricación de instrumentos y suministros médicos y dentales | |
| C.44 | Fabricación de joyas y artículos conexos, instrumentos musicales, artículos de deporte, juguetes; otras industrias manufactureras n.c.p. | |
| C.45 | Reparación e instalación de maquinaria y equipo | |

Annex. Tables for sectoral analysis

Table A 1: Fully bio-based products for 2012 and 2016 at one digit for all sections.

| Code | Denomination |
|------|---|
| 1 | Agricultural products |
| 2 | Livestock products |
| 3 | Forestry products |
| 5 | Meat and dairy products |
| 6 | Food, beverages and tobacco products |
| 7 | Textiles, clothing and leather products |

Table A 2: Fully bio-based inputs at four-digit level used in Section C.

| 2012 | | 2016 | |
|------|--|------|---|
| Code | Denomination | Code | Denomination |
| 1 | Seeds | 1 | Seeds |
| 2 | Wheat | 2 | Wheat |
| 3 | Maize and sorghum | 3 | Maize and sorghum |
| 4 | Rice | 4 | Rice |
| 5 | Barley | 5 | Barley |
| 6 | Other cereals | 6 | Other cereals |
| 7 | Legumes; dried leguminous vegetables | 7 | Legumes; edible roots and tubers rich in starch or inulin; dried leguminous vegetables |
| 8 | Citrus fruits | 8 | Fruits and nuts |
| 9 | Grapes | 9 | Soya beans and sunflower seeds |
| 10 | Fruits residuals, nuts (excluding wild growing nuts and peanuts), in shell; fruit seeds; other fruits, n.p.c. | 10 | Growing of sugar cane |
| 11 | Soya beans and sunflower seeds | 11 | Fodder, fibres, live plants, flowers and flower buds, unmanufactured tobacco, and natural rubber products |
| 12 | Edible roots and tubers rich in starch or inulin | 12 | Cattle; animal breeding materials |
| 13 | Growing of sugar cane | 13 | Other ruminants (including cattle, sheep, goats and other ruminants n.e.c.); horses and other equines; other live animals (except pigs and poultry) |
| 14 | Fodder, fibres, live plants, flowers and flower buds, unmanufactured tobacco, and natural rubber products | 14 | Swine, poultry; fresh eggs from chickens or other birds |
| 15 | Cattle; animal breeding materials | 15 | Raw milk |
| 16 | Other ruminants (including cattle, sheep, goats and other ruminants n.c.p); horses and other equines; other live animals (except pigs and poultry) | 16 | Other animal products, except hides, skins and furskins, not tanned |
| 17 | Swine, poultry; fresh eggs from chickens or other birds | 17 | Hides, skins and furskins, not tanned |
| 18 | Raw milk | 18 | Silviculture and timber extraction products |

| | | | |
|----|--|----|--|
| 19 | Other animal products, except hides, skins and furskins, not tanned | 19 | Fishery and other fishery products |
| 20 | Hides, skins and furskins, not tanned | 24 | Meat and bovine meat offal |
| 21 | Silviculture and timber extraction products | 25 | Meat and meat offal except bovine |
| 22 | Fishery and other fishery products | 26 | Processed and preserved fish, crustaceans, molluscs or other aquatic invertebrates |
| 28 | Meat and bovine meat offal | 27 | Vegetable and animal oils and fats |
| 29 | Meat and meat offal except bovine | 28 | Processed or preserved vegetables, legumes and potatos; processed or preserved fruits and nuts |
| 30 | Processed and preserved fish, crustaceans, molluscs or other aquatic invertebrates | 29 | Dairy and processed egg products |
| 31 | Vegetable and animal oils and fats | 30 | Semi-milled or milled rice, husked |
| 32 | Processed or preserved vegetables, legumes and potatos; processed or preserved fruits and nuts | 31 | Mill products except rice |
| 33 | Processed milk and cream (liquid) | 32 | Starches and starch products; prepared animal feeds |
| 34 | Other dairy products; eggs, in shell, preserved or cooked | 33 | Bakery products; macaroni, noodles, couscous and similar farinaceous products |
| 35 | Semi-milled or milled rice | 34 | Cocoa, chocolate and confectionery prepared with sugar; syrups and concentrates; sugar; other food products residuals n.e.c. |
| 36 | Mill products except rice | 35 | Ethyl alcohol; spirits, liqueurs and other spirituous beverages; tobacco products |
| 37 | Starches and starch products; prepared animal feeds | 36 | Wines |
| 38 | Bakery products; macaroni, noodles, couscous and similar farinaceous products | 37 | Beer and malt |
| 39 | Cocoa, chocolate and confectionery prepared with sugar; syrups and concentrates; sugar; other food products residuals n.p.c. | 45 | Paper pulp, paper and cardboard |
| 40 | Ethyl alcohol; spirits, liqueurs and other spirituous beverages; tobacco products | | |
| 41 | Wines | | |
| 42 | Beer and malt | | |
| 51 | Paper pulp, paper and cardboard | | |
| 65 | Rubber products | | |

Table A 3: Partial bio-based inputs at four-digit level used in Section C.

| 2012 | | 2016 | |
|------|--|------|---|
| Code | Denomination | Code | Denomination |
| 43 | Soft drinks; bottled mineral waters | 38 | Soft drinks; bottled mineral waters |
| 44 | Textile fibres (including worsted wool tops), yarns and threads | 39 | Yarns and threads; woven fabrics, also fleecy |
| 45 | Natural fibres woven fabrics (including cotton), manufactured from continous filaments and staple fibres | 40 | Textile articles (except clothing) |

| | | | |
|-----|--|-----|---|
| 46 | Textile articles (except clothing) | 41 | Articles of apparel, except furskins and plastic accessories (including latex gloves); knitted or crocheted fabrics |
| 47 | Articles of apparel, except furskins and plastic accessories; knitted or crocheted fabrics | 42 | Leather and leather products, except footwear |
| 48 | Leather and leather products, except footwear | 43 | Footwear and footwear parts |
| 49 | Footwear and footwear parts | 44 | Wood, cork, straw, and plaiting materials products |
| 50 | Wood, cork, straw, and plaiting materials products | 46 | Printed matter and similar items |
| 52 | Printed matter and similar items | 60 | Furniture and furniture parts |
| 65 | Rubber products | 62 | Waste or scrap |
| 71 | Furniture and furniture parts | 77 | Food and beverage services |
| 73 | Waste or scrap | 96 | Services related to agriculture activities, hunting, forestry and fishery |
| 76 | Machinery for industrial, agricultural, forestry, mining and service activities; general-purpose machinery. Includes weapons and ammunition. | 106 | Sewage, waste collection, waste treatment and disposal, sanitation services and other environmental protection services |
| 90 | Food and beverage services | | |
| 117 | Services related to agriculture activities, hunting, forestry and fishery | | |
| 130 | Sewage, waste collection, waste treatment and disposal, sanitation services and other environmental protection services | | |

Table A 4: Bio-based shares of economic activities presented in the Intermediate Use Matrix from the Central Bank of Uruguay for years 2012 and 2016.

| | 2012 | 2016 |
|-----|---------------|---------------|
| C1 | 20.88 percent | 20.07 percent |
| C2 | 2.92 percent | 2.64 percent |
| C3 | 1.08 percent | 0.55 percent |
| C4 | 0.46 percent | 0.51 percent |
| C5 | 0.46 percent | 0.31 percent |
| C6 | 9.23 percent | 6.82 percent |
| C7 | 3.93 percent | 3.24 percent |
| C8 | 1.10 percent | 0.93 percent |
| C9 | 0.87 percent | 1.76 percent |
| C10 | 2.50 percent | 3.09 percent |
| C11 | 1.66 percent | 1.98 percent |
| C12 | 0.43 percent | 0.05 percent |
| C13 | 0.05 percent | 0.49 percent |
| C14 | 0.66 percent | 1.17 percent |
| C15 | 1.26 percent | 0.20 percent |
| C16 | 0.41 percent | 1.02 percent |
| C17 | 1.18 percent | 0.00 percent |
| C18 | 0.00 percent | 1.47 percent |
| C19 | 0.00 percent | 1.17 percent |

| | | |
|-----|--------------|--------------|
| C20 | 1.44 percent | 5.83 percent |
| C21 | 0.00 percent | 0.43 percent |
| C22 | 1.11 percent | 0.00 percent |
| C23 | 0.05 percent | 0.02 percent |
| C24 | 3.13 percent | 0.33 percent |
| C25 | 0.59 percent | 0.00 percent |
| C26 | 0.00 percent | 0.71 percent |
| C27 | 0.02 percent | 0.18 percent |
| C28 | 0.20 percent | 0.16 percent |
| C29 | 0.00 percent | 0.02 percent |
| C30 | 0.46 percent | 0.01 percent |
| C31 | 0.11 percent | 0.00 percent |
| C32 | 0.11 percent | 0.00 percent |
| C33 | 0.00 percent | 0.00 percent |
| C34 | 0.04 percent | 0.00 percent |
| C35 | 0.01 percent | 0.00 percent |
| C36 | 0.01 percent | 0.01 percent |
| C37 | 0.00 percent | 0.00 percent |
| C38 | 0.01 percent | 0.00 percent |
| C39 | 0.00 percent | |
| C40 | 0.00 percent | |
| C41 | 0.00 percent | |
| C42 | 0.01 percent | |
| C43 | 0.00 percent | |
| C44 | 0.00 percent | |
| C45 | 0.00 percent | |

Table A 5: Description of economic activities presented in the Intermediate Use Matrix from the Central Bank of Uruguay for years 2012 and 2016.

| | 2012 | 2016 |
|------|--|---|
| C.1 | Processing and preserving of meat and meat products except poultry and pigs | Processing and preserving of meat and meat products except poultry and pigs |
| C.2 | Processing and preserving of poultry and pig meat; processing of cold cuts and sausages | Processing and preserving of poultry and pig meat; processing of cold cuts and sausages |
| C.3 | Processing and preserving of fish, crustaceans and seafood | Processing and preserving of fish, crustaceans and seafood |
| C.4 | Processing and preserving of fruits and vegetables | Processing and preserving of fruits and vegetables |
| C.5 | Manufacture of vegetable and animal oils except maize | Manufacture of vegetable and animal oils except maize |
| C.6 | Manufacture of dairy products | Manufacture of dairy products |
| C.7 | Manufacture of rice milling products and manufacture of rice oil | Manufacture of rice milling products and manufacture of rice oil |
| C.8 | Manufacture of wheat milling products and other cereals except rice | Manufacture of wheat milling products and other cereals except rice |
| C.9 | Manufacture of starches, starch products and maize oil; manufacture of prepared animal feeds | Manufacture of starches, starch products and maize oil; manufacture of prepared animal feeds |
| C.10 | Manufacture of bakery and confectionary products | Manufacture of bakery and confectionary products; manufacture of noodles |
| C.11 | Manufacture of cocoa, chocolate and other food products n.e.c.; manufacture of prepared meals and dishes; manufacture of syrups, concentrates and sugar | Manufacture of cocoa, chocolate and other food products n.e.c.; manufacture of prepared meals and dishes; manufacture of syrups, concentrates and sugar |
| C.12 | Manufacture of noodles | Destilación, rectificación y mezcla de bebidas alcohólicas; elaboración de productos de tabaco |
| C.13 | Destilación, rectificación y mezcla de bebidas alcohólicas; elaboración de productos de tabaco | Manufacture of wines |
| C.14 | Manufacture of wines | Manufacture of malt beverages and malt |
| C.15 | Manufacture of malt beverages and malt | Manufacture of non-alcoholic beverages, production of mineral waters and other bottled waters |
| C.16 | Manufacture of non-alcoholic beverages, production of mineral waters and other bottled waters | Manufacture of textiles |
| C.17 | Spinning, weaving and finishing of textiles | Manufacture of wearing apparel of any textile material; fur and knitted and crocheted articles |
| C.18 | Manufacture of other textiles | Manufacture of leather and related products |
| C.19 | Manufacture of wearing apparel | Manufacture of wood and products of wood and cork, except furniture; manufacture of articles of straw and plaiting materials |
| C.20 | Tanning and dressing of leather; manufacture of luggage, handbags, saddlery and harness; dressing and dyeing of fur | Manufacture of paper and paper products |
| C.21 | Manufacture of footwear | Printing and reproduction of recorded media |
| C.22 | Aserrado y acepilladura de madera | Manufacture of coke and refined petroleum products |
| C.23 | Manufacture of wood and products of wood and cork, except furniture; manufacture of articles of straw and plaiting materials | Manufacture of fertilizers and nitrogen compounds; manufacture of pesticides and other agrochemical products |
| C.24 | Manufacture of paper and paper products | Manufacture of basic chemicals and biofuels; manufacture of plastics and synthetic rubber |
| C.25 | Printing and reproduction of recorded media | Manufacture of cleaning products and perfumes and toilet preparations |
| C.26 | Manufacture of coke and refined petroleum products | Manufacture of paints, varnishes and similar coatings, printing ink and mastics; manufacture of other chemical products n.e.c.; manufacture of artificial fibres |
| C.27 | Manufacture of fertilizers and nitrogen compounds; manufacture of pesticides and other agrochemical products | Manufacture of pharmaceuticals, medicinal chemical and botanical products |
| C.28 | Manufacture of basic chemicals and biofuels; manufacture of plastics and synthetic rubber | Manufacture of rubber and plastics products |
| C.29 | Manufacture of cleaning products and perfumes and toilet preparations | Manufacture of cement, lime and plaster; articles of concrete, lime and plaster; cutting, shaping and finishing of stone; manufacture of other non-metallic products n.e.c. |
| C.30 | Manufacture of paints, varnishes and similar coatings, printing ink and mastics; manufacture of other chemical products n.e.c.; manufacture of artificial fibres | Manufacture of glass and glass products; manufacture of refractory, clay, ceramic and porcelain products |

| | | |
|------|--|--|
| C.31 | Manufacture of pharmaceuticals, medicinal chemical and botanical products | Manufacture of basic metals |
| C.32 | Manufacture of rubber and plastic products | Manufacture of fabricated metal products, except machinery and equipment |
| C.33 | Manufacture of glass and glass products | Manufacture of computer, electronic and optical products; manufacture of electrical equipment; manufacture of machinery and equipment n.e.c. |
| C.34 | Manufacture of cement, lime and plaster | Manufacture of motor vehicles, trailers and semi-trailers |
| C.35 | Manufacture of refractory, clay, ceramic and porcelain products | Manufacture of other transport equipment; repair and installation of machinery and equipment |
| C.36 | Articles of concrete, lime and plaster; manufacture of other non-metallic products n.e.c. | Manufacture of furniture |
| C.37 | Manufacture of basic metals | Manufacture of medical and dental instruments and supplies |
| C.38 | Manufacture of fabricated metal products, except machinery and equipment | Manufacture of jewellery and related articles, musical instruments, sports goods, toys; other manufacturing n.e.c. |
| C.39 | Manufacture of computer, electronic and optical products; manufacture of electrical equipment; manufacture of machinery and equipment n.e.c. | |
| C.40 | Manufacture of motor vehicles, trailers and semi-trailers | |
| C.41 | Manufacture of other transport equipment | |
| C.42 | Manufacture of furniture | |
| C.43 | Manufacture of medical and dental instruments and supplies | |
| C.44 | Manufacture of jewellery and related articles, musical instruments, sports goods, toys; other manufacturing n.e.c. | |
| C.45 | Repair and installation of machinery and equipment | |

La FAO está a la vanguardia de los esfuerzos internacionales para ayudar a los países y regiones a desarrollar estrategias, políticas y sistemas de seguimiento relacionados con la bioeconomía sostenible. En particular, la FAO tiene como objetivo difundir conocimientos sobre cómo la bioeconomía puede ayudar a transformar los sistemas agroalimentarios para brindar una mejor seguridad alimentaria y nutrición, mayores oportunidades de medios de vida, un consumo y una producción más responsables y mejores resultados ambientales, incluida la acción climática y de biodiversidad.

Este informe, se centra en cómo monitorear la sostenibilidad de la bioeconomía y describe cómo desarrollar dos sistemas de monitoreo; flujos cualitativos de biomasa de los principales productos básicos agrícolas y su sostenibilidad y circularidad, y el análisis de sectores de base biológica dentro de la economía en general. Ambos se complementan para obtener un análisis exhaustivo de la sostenibilidad de la bioeconomía y proporcionar una base sólida para evaluar la circularidad y el desarrollo intersectorial de la bioeconomía.

El documento examina el ejemplo de Uruguay para la soja, el arroz, la ganadería, la silvicultura (coníferas y no coníferas) y la pesca y la acuicultura y analiza la sostenibilidad de los productos básicos como la pulpa de eucalipto (silvicultura), la carne vacuna (ganadería), la soja (cultivos), leche en polvo (productos lácteos) y pesca. También analiza la participación de la bioeconomía dentro de la economía nacional y analiza su sostenibilidad.

Los *Principios y criterios aspiracionales para una bioeconomía sostenible* de FAO proporcionan una plantilla de seguimiento útil que guía a países y regiones.

FAO is at the forefront of international efforts to help countries and regions develop sustainable bioeconomy strategies, policies and related monitoring systems. In particular, FAO aims to disseminate knowledge on how bioeconomy can help transform agrifood systems to deliver improved food security and nutrition, increased livelihood opportunities, more responsible consumption and production, and better environmental outcomes, including climate and biodiversity action.

This publication focuses on how to monitor the sustainability of the bioeconomy and describes how to develop two monitoring systems; qualitative biomass flows of major agricultural commodities and their sustainability and circularity, and analysis of bio-based sectors within the wider economy. Both complement each other to obtain a comprehensive analysis of the sustainability of the bioeconomy and to provide a solid basis for assessing the circularity and cross-sectoral development of the bioeconomy.

The study uses the example of Uruguay for soybean, rice, livestock, forestry (coniferous and non-coniferous) and fisheries and aquaculture and analyses the sustainability of core products such as Eucalyptus pulp (forestry), beef (livestock), soybeans (crops), milk powder (dairy products) and fisheries. It also looks at the share of the bioeconomy within the national economy and analyses its sustainability.

FAO's *Aspirational principles and criteria for a sustainable bioeconomy* provide a useful monitoring template that guides countries and regions.

Oficina de Cambio Climático, Biodiversidad y Medio Ambiente

Bioeconomy@fao.org

www.fao.org/in-action/sustainable-and-circular-bioeconomy

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA
Roma, Italia

Office of Climate Change, Biodiversity and Environment

Bioeconomy@fao.org

www.fao.org/in-action/sustainable-and-circular-bioeconomy

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS
Rome, Italy

ISBN 978-92-5-138062-8



9 789251 380628

CC7309B/1/08.23