

Contribución de la bioeconomía a la recuperación pospandemia de COVID-19 en el Uruguay

Bioteología y valorización de subproductos agropecuarios y agroindustriales

Magdalena Borges
Atilio Deana
Lucía Pittaluga
Carolina Balian
Adrián Rodríguez



Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL



Si desea recibir información oportuna sobre nuestros productos editoriales y actividades, le invitamos a registrarse. Podrá definir sus áreas de interés y acceder a nuestros productos en otros formatos.

 www.cepal.org/es/publications

 www.cepal.org/apps

SERIE

RECURSOS NATURALES Y DESARROLLO

208

Contribución de la bioeconomía a la recuperación pospandemia de COVID-19 en el Uruguay

Biotecnología y valorización de
subproductos agropecuarios
y agroindustriales

Magdalena Borges

Atilio Deana

Lucía Pittaluga

Carolina Balian

Adrián Rodríguez



COVID-19
RESPUESTA

Este documento fue preparado sobre la base de estudios de consultoría elaborados por Magdalena Borges y Atilio Deana, Consultores de la Unidad de Desarrollo Agrícola y Biodiversidad de la División de Recursos Naturales de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), con la colaboración de Lucía Pittaluga. Los estudios fueron financiados con recursos del programa ordinario de cooperación técnica de la CEPAL y supervisados por Adrián Rodríguez, jefe de la Unidad de Desarrollo Agrícola y Biodiversidad de la División de Recursos Naturales. La revisión final del documento estuvo a cargo de Adrián Rodríguez y Carolina Balian, Asesora en Economía de los Recursos Naturales y Cambio Climático de la Oficina de Programación y Política Agropecuaria del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca del Uruguay.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de las organizaciones.

Publicación de las Naciones Unidas
ISSN: 2664-4541 (versión electrónica)
ISSN: 2664-4525 (versión impresa)
LC/TS.2021/112
Distribución: L
Copyright © Naciones Unidas, 2021
Todos los derechos reservados
Impreso en Naciones Unidas, Santiago
S.21-00314

Esta publicación debe citarse como: M. Borges y otros, "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), 2021.

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Documentos y Publicaciones, publicaciones.cepal@un.org. Los Estados Miembros de las Naciones Unidas y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a la CEPAL de tal reproducción.

Índice

| | |
|---|-----------|
| Resumen | 7 |
| Introducción..... | 9 |
| I. El marco de políticas para el desarrollo de la bioeconomía en Uruguay | 11 |
| A. Compromisos internacionales para el desarrollo sostenible | 11 |
| B. Estrategia de desarrollo Uruguay 2050..... | 12 |
| C. Estrategia de bioeconomía | 13 |
| D. Plan de acción en economía circular e iniciativas relacionadas | 14 |
| E. Política de ciencia, tecnología e innovación (CTI) | 15 |
| F. Políticas para el desarrollo de la biotecnología | 16 |
| II. Caracterización de las cadenas cárnica y láctea desde el enfoque de la bioeconomía e identificación de oportunidades | 17 |
| A. Red de valor basada en carne bovina..... | 18 |
| 1. Empresas existentes en el sector cárnico..... | 20 |
| 2. Desarrollo e identificación de oportunidades en biotecnología en la cadena cárnica | 22 |
| B. Red de valor basada en lechería | 28 |
| 1. Empresas existentes en el sector lácteo | 28 |
| 2. Desarrollo de la biotecnología en la cadena láctea | 30 |
| C. Sectores biotecnológicos transversales..... | 38 |
| 1. Empresas existentes en los sectores biotecnológicos transversales para la ganadería..... | 38 |
| 2. Innovaciones biotecnológicas en los sectores transversales | 39 |

| | | |
|--|--|----|
| III. Metodología para la priorización y evaluación de oportunidades | 45 | |
| A. Listado de oportunidades bioeconómicas | 46 | |
| B. Selección de oportunidades en ganadería y lechería | 46 | |
| C. Análisis cualitativo de los potenciales impactos y priorización | 47 | |
| D. Barreras para el desarrollo de las oportunidades priorizadas..... | 49 | |
| E. Instrumentos de política pública | 49 | |
| F. Análisis de costo-efectividad..... | 50 | |
| IV. Priorización de las oportunidades identificadas | 51 | |
| A. Análisis cualitativo de los potenciales impactos y priorización | 51 | |
| B. Barreras para el desarrollo de las oportunidades priorizadas..... | 56 | |
| C. Instrumentos de política pública | 61 | |
| 1. Revisión de documentos técnicos/teóricos..... | 61 | |
| 2. Revisión de los mecanismos de apoyo actualmente vigentes en Uruguay | 65 | |
| 3. Instrumentos de política recomendados..... | 65 | |
| D. Análisis de costo-efectividad..... | 72 | |
| V. Conclusiones | 75 | |
| A. La bioeconomía: redes de valor basadas en la biomasa | 75 | |
| B. Oportunidades de valorización a través de la innovación | 76 | |
| C. Hacia un nuevo modelo de desarrollo productivo basado en la innovación..... | 77 | |
| Bibliografía | 81 | |
| Anexo | 87 | |
| Serie Recursos Naturales y Desarrollo: números publicados | 97 | |
| Cuadros | | |
| Cuadro 1 | Proteínas de la sangre bovina y sus aplicaciones | 26 |
| Cuadro 2 | Proteínas del suero lácteo y sus aplicaciones..... | 35 |
| Cuadro 3 | Vacunas veterinarias producidas en Uruguay para ganado bovino | 43 |
| Cuadro 4 | Matriz de análisis cualitativo – Trade off..... | 49 |
| Cuadro 5 | Potenciales impactos de los bio productos y servicios – Análisis de trade off cualitativo | 53 |
| Cuadro 6 | Priorización de bio productos y servicios | 55 |
| Cuadro 7 | Análisis de barreras para el desarrollo de los bio productos o servicios analizados | 58 |
| Cuadro 8 | Mecanismos de apoyo a la bioeconomía (financieros y no financieros) | 63 |
| Cuadro 9 | Instrumentos de política recomendados para el desarrollo de los bio productos y servicios priorizados | 66 |
| Cuadro A1 | Caracterización de los residuos de las actividades ganaderas y lecheras | 88 |
| Cuadro A2 | Grado de implementación de las tecnologías identificadas para la valorización de residuos de la ganadería y la lechería..... | 91 |
| Cuadro A3 | Factibilidad de las soluciones identificadas..... | 94 |
| Recuadros | | |
| Recuadro 1 | Combustión de contenido ruminal en caldera para la sustitución parcial de leña..... | 19 |
| Recuadro 2 | Caso de éxito: producción de biogás en Rincón de Albano | 32 |
| Recuadro 3 | Estado de situación de la investigación en el sector de alimentos en Uruguay..... | 38 |

Diagramas

| | | |
|------------|--|----|
| Diagrama 1 | Uruguay: complejos productivos priorizados en la ED2050 | 12 |
| Diagrama 2 | Complejos productivos bioeconómicos priorizados en la estrategia de bioeconomía de Uruguay (y sus interacciones) | 14 |
| Diagrama 3 | Red de valor basada en carne bovina | 19 |
| Diagrama 4 | Obtención de proteínas de la sangre de bovinos: dos vías de diferente valor agregado | 25 |
| Diagrama 5 | Red de valor basada en lechería | 30 |
| Diagrama 6 | Metodología de trabajo | 45 |
| Diagrama 7 | Potenciales bioproductos a partir de los residuos de la ganadería y lechería | 52 |
| Diagrama 8 | Costo-efectividad de instrumentos recomendados para el desarrollo de los bio productos y servicios priorizados | 73 |

Resumen

Se identifican 23 oportunidades para el desarrollo de la bioeconomía en las cadenas cárnica y láctea, dos de las cadenas productivas más importantes del Uruguay, a partir de la aplicación de la biotecnología para la valorización de residuos y subproductos generados en ambas actividades. También se evalúan siete aplicaciones biotecnológicas en genómica ganadera y vacunas veterinarias, dos sectores transversales que apoyan a las cadenas cárnica y láctea. En el documento se revisa el marco de políticas públicas que potencia el desarrollo de la bioeconomía en Uruguay, se propone una metodología para la identificación, priorización y evaluación de las oportunidades para el desarrollo de la bioeconomía en los ámbitos indicados, y se caracterizan las tecnologías disponibles para potenciar su desarrollo. Se priorizan ocho bio productos y servicios, destacando su potencial para contribuir a la recuperación post pandemia de COVID-19, considerando criterios económicos, sociales y ambientales. También se identifican barreras para el desarrollo de las oportunidades priorizadas y se proponen instrumentos de política pública para su impulso. El estudio concluye que existen oportunidades para la valorización de residuos y subproductos en las cadenas cárnica y láctea, proponiendo que la innovación debe estar integrada en el desarrollo de bio productos y servicios tanto dentro como fuera de las cadenas de valor, de manera que alcancen su máximo potencial y se supere la subvalorización actual. El ejercicio realizado en este estudio puede servir como guía para evaluar otras oportunidades identificados en la propuesta de Estrategia de Bioeconomía de Uruguay que no fueron abordadas aquí, por ejemplo, en las actividades agrícolas y forestales. El enfoque metodológico y analítico desarrollado en el estudio también puede ser de interés para otros países de la región interesados en potenciar la valorización de residuos, así como la genómica animal y las vacunas veterinarias, como parte de sus iniciativas para el desarrollo de una bioeconomía sostenible y circular.

Introducción

En el Diálogo de cancilleres y de altas autoridades de América Latina y el Caribe (ALC) sobre la recuperación económica post-Covid-19, realizado como parte del trigésimo octavo período de sesiones de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en octubre de 2020 (CEPAL, 2020a), se puso en el centro de la discusión cómo la pandemia de enfermedad por el coronavirus SARS-CoV-2 (Covid-19) ha tenido un impacto sin precedentes en ALC. Originada en una crisis de salud pública, se ha transformado en la peor crisis económica y social de los últimos 100 años y ha dejado en evidencia graves brechas estructurales del modelo de desarrollo en la región.

No obstante, los problemas que hoy se observan, aclara la CEPAL, no se iniciaron con la pandemia. La región mostraba signos de agotamiento económico, problemas de sostenibilidad ambiental y desigualdad social antes de la Covid-19. Hacia fines de 2019, ALC llevaba más de un lustro de desaceleración económica, lo que comenzaba a traducirse en aumentos del desempleo, la pobreza y la desigualdad en distintos países de la región. El escenario de languidez económica incluía tasas de inversión decrecientes, volúmenes de exportación estancados, brechas de productividad en aumento y niveles de endeudamiento interno y externo crecientes, factores que, al retroalimentarse, impiden restablecer un crecimiento más vigoroso. Este contexto, destaca CEPAL,

“...exige una reflexión crítica sobre la estrategia de salida de la crisis, pues, si algo revela la trayectoria económica y social anterior a la pandemia en la región, es que una senda exitosa de salida no puede remitirse a regresar a la situación preexistente. Es necesario apostar por transformaciones profundas, escapando de la tentación de considerar la pandemia como un accidente o un paréntesis y no como la expresión de una situación límite que demanda un viraje, ante lo que cada vez más se considera como una encrucijada transformadora. La crisis y el fuerte desencanto en la región deben ser entendidos como un punto de quiebre respecto de la continuidad del modelo de desarrollo. En este marco, el cambio de estrategia es esencial para una recuperación económica inclusiva y sostenible en América Latina y el Caribe”.

Para superar esas crisis estructurales la CEPAL (2020a; 2020d) destaca la urgencia de cambiar el modelo (o estilo) de desarrollo actual. Para ello propone generar un “gran impulso para la sostenibilidad”, conformado por una combinación de políticas sociales y ambientales que, de la mano de las políticas económicas, tecnológicas e industriales, puede relanzar un nuevo proyecto de desarrollo en la región en el que el componente redistributivo tendrá un peso importante. Estas políticas tienen como objetivo elevar sustancialmente la tasa de inversión y direccionarla hacia la productividad, el cuidado ambiental, el empleo y la inclusión social. Sólo un gran salto en la tasa de inversión puede transformar de manera radical los patrones de producción y consumo, poniendo la revolución tecnológica al servicio de un nuevo estilo de desarrollo. El objetivo es avanzar en un movimiento interconectado de construcción de un estado de bienestar con reducción de brechas tecnológicas y la transformación productiva hacia un sendero ambientalmente sostenible.

Dentro de la dimensión sectorial de las políticas de gran impulso, se identifican varios sistemas sectoriales que pueden constituirse en el centro de las políticas en favor de un gran impulso para la sostenibilidad, y en los que hay amplio espacio para la generación de empleos de mejor calidad, la innovación y la incorporación de avances tecnológicos, la diversificación de exportaciones, las acciones de adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático, y el desarrollo de esfuerzos de cooperación regional CEPAL (2020a). Los sistemas sectoriales identificados son: a) energías renovables; b) movilidad sostenible y espacio urbano; c) economía digital; d) industria manufacturera de la salud; e) bioeconomía; f) economía circular; y g) sector turístico. La bioeconomía tiene estrecha relación con varios de los otros sistemas sectoriales, principalmente la economía circular, la energía renovable y el turismo sostenible CEPAL (2020b, 2021).

En este documento se identifican oportunidades para el desarrollo de la bioeconomía y de la economía circular en dos de las cadenas productivas más importantes de Uruguay, como son la cárnica y la láctea, a partir de la aplicación de la biotecnología a la valorización de residuos y subproductos generados en esas actividades. También se evalúan aplicaciones biotecnológicas en dos sectores transversales que apoyan a estas cadenas, como son la genómica ganadera y las vacunas veterinarias. Se detectan oportunidades que van más allá de las que ya están siendo implementadas en el país, proponiendo que la innovación debe estar integrada en la valorización para el desarrollo de bio productos y servicios tanto dentro como fuera de las cadenas de valor que generan los subproductos de manera que alcance su máximo potencial. Se detecta que hay una subvalorización de los residuos y subproductos en las dos cadenas de valor analizadas (cárnica y láctea).

En la primera sección se presenta el marco de políticas públicas que potencia el desarrollo de la bioeconomía en Uruguay. En la segunda sección se caracterizan las cadenas cárnica y láctea desde el enfoque de la bioeconomía y se identifican oportunidades. En la tercera sección se describe la metodología aplicada para la priorización y evaluación de las oportunidades para el desarrollo de la bioeconomía en las cadenas de valor cárnica y láctea, y que tienen potencial para contribuir a la recuperación post pandemia de la Covid-19. En la cuarta sección se presentan los resultados de la priorización de oportunidades, se identifican barreras para el desarrollo de las oportunidades priorizadas y se proponen instrumentos de política pública para su impulso. El documento cierra con una sección de conclusiones.

I. El marco de políticas para el desarrollo de la bioeconomía en Uruguay

Uruguay dispone de un marco de políticas potente para el desarrollo de la bioeconomía (Pittaluga 2020a), que incluye compromisos internacionales, como la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y el Acuerdo de París, así como un conjunto amplio de políticas nacionales. Sobre esa base, el Grupo Interinstitucional de Trabajo en Bioeconomía Sostenible desarrolló una propuesta de “Estrategia de Bioeconomía: hacia una economía sostenible y circular” para Uruguay, que fue completada en diciembre de 2020 y actualmente está en proceso de validación.

A. Compromisos internacionales para el desarrollo sostenible

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas propone a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) como referencia para el diseño de las políticas públicas y programas a nivel de los gobiernos y agencias multilaterales y también como guías deseables para las estrategias empresariales. Uruguay ya elaboró tres informes nacionales voluntarios desde 2017 que dan cuenta de los avances en el cumplimiento de los ODS, mientras que está en proceso de elaboración del reporte correspondiente al 2020.

Uruguay también ratificó el Acuerdo de París aprobado en 2015 en la COP21 (Conferencia de las Partes) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en el que se acordó generar medidas para mitigar y adaptarse al cambio climático. Además, Uruguay suscribió al Marco de Sendai (enfocado en la reducción de riesgos de desastres), las Convenciones sobre Biodiversidad (Diversidad biológica, RAMSAR y Protocolo de Nagoya) y la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación, entre otros acuerdos internacionales.

En línea con los compromisos internacionales, Uruguay elaboró la Primera Contribución Determinada a Nivel Nacional al Acuerdo de París, el Plan Nacional de Adaptación a la variabilidad y el cambio climático para el sector agropecuario, mientras que se encuentra elaborando los Planes Nacionales de Adaptación en Ciudades e Infraestructura, en Costas y en Energía. Adicionalmente, se creó la Política

Nacional de Cambio Climático, el Plan Ambiental Nacional para el Desarrollo Sostenible así como otros instrumentos de política de corte más transversal (Política Nacional de gestión de riesgo de desastres, Estrategia de género y cambio climático, Plan y política nacional de aguas, Plan nacional de saneamiento, Ley de gestión integral de residuos sólidos) y de corte más sectorial (Plan sectorial de Biotecnología, Política energética, Estrategia Uruguay Agro-inteligente, Estrategia nacional para la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica, Estrategia nacional de bosque nativo, Ley de agroecología).

B. Estrategia de desarrollo Uruguay 2050

La Estrategia de Desarrollo Uruguay 2050 (ED2050) plantea un desarrollo futuro de Uruguay basado en tres ejes estratégicos: transformación productiva sostenible, transformación social y transformación de las relaciones de género. Se identifican dos áreas científico-tecnológicas como los impulsores más dinámicos de transformaciones productivas: la economía digital, ya en fase de despliegue amplio, y la bioeconomía, en una fase más primaria, pero con una relevancia fundamental. Los cambios de la matriz productiva en el futuro tendrán un núcleo innovador conformado por la economía digital y la bioeconomía, que convergen actualmente y se proyectan hacia una nueva transformación de la base productiva.

En el diagrama 1 se muestran los complejos productivos priorizados por la ED2050 y se los vincula con los dos impulsores de la transformación productiva que pautan la presente revolución tecnológica. Se han identificado seis grandes complejos productivos que, apalancados en las oportunidades que brinda la convergencia tecnológica entre la economía digital y la bioeconomía, tienen potencialidad para generar dicha transformación.



Fuente: OPP, 2019.

Puede observarse que hay coincidencias entre varios de los sistemas sectoriales que CEPAL prioriza para la recuperación post Covid-19 y los complejos productivos priorizados en la ED2050. En particular, la bioeconomía, la economía circular, las energías renovables y el turismo sostenible.

C. Estrategia de bioeconomía

El proceso de construcción de la “Estrategia de Bioeconomía: hacia una economía sostenible y circular” comenzó en 2018 en el marco del Grupo Interinstitucional de Trabajo en Bioeconomía Sostenible. Este ámbito participativo de articulación entre las instituciones públicas relevantes para la promoción de la bioeconomía fue impulsado por el MGAP y estuvo integrado, además, por el Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM), la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP), el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA), el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), el Ministerio de Educación y Cultura (MEC), el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS), el Ministerio de Turismo (MINTUR) y la Secretaría Nacional de Transformación Productiva y Competitividad (Transforma Uruguay). La propuesta final del grupo fue concluida en diciembre de 2020 y está en proceso de validación política. Se desarrolló mediante un proceso participativo que constó de tres talleres con actores públicos y privados entre octubre de 2018 y noviembre de 2019. En total se involucraron 90 participantes representando 33 instituciones del sector público y privado, la academia, institutos público-privados y la sociedad civil¹.

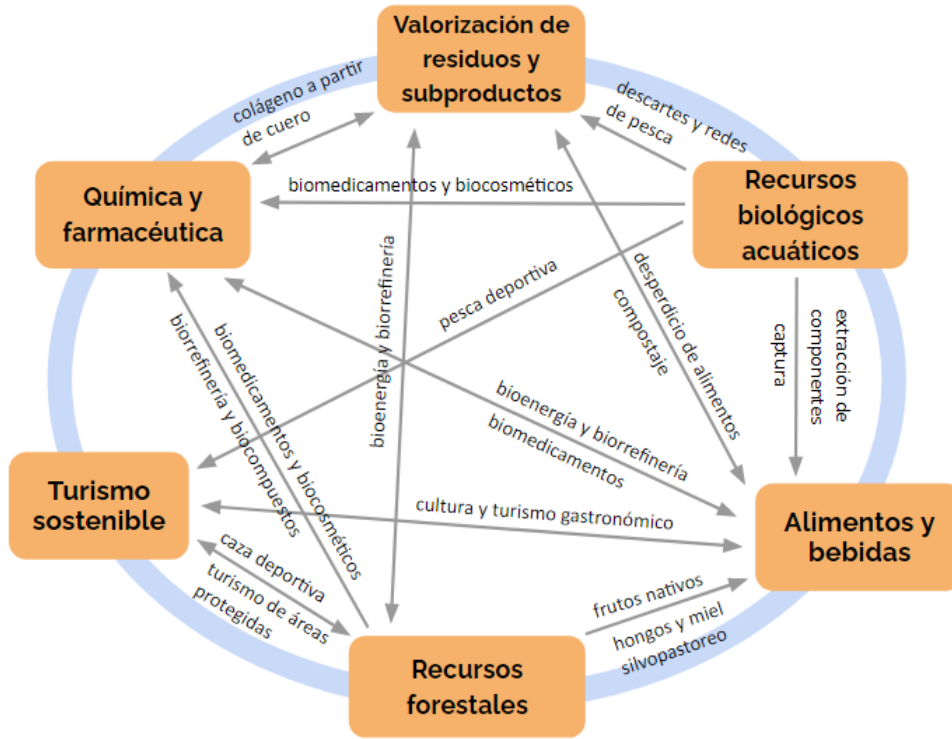
La propuesta de Estrategia en Bioeconomía determina los ejes estratégicos y líneas de acción para el desarrollo de la bioeconomía en Uruguay con un horizonte temporal al 2050, identifica los complejos productivos que son clave para este desarrollo y propone las acciones tempranas para su implementación. Adopta la siguiente definición de bioeconomía: “economía basada en la producción de bienes y servicios a partir del uso directo, la transformación sostenible y la conservación de los recursos biológicos, aprovechando el conocimiento sobre los principios y procesos biológicos, la ciencia y la tecnología”. La anterior conjuga las definiciones propuestas por Rodríguez et al. (2017) de CEPAL, Gomez et al. (2019) de FAO y el Consejo Alemán de Bioeconomía. A modo de ejemplo, los recursos biológicos refieren a cultivos, madera, animales, recursos pesqueros, microorganismos, recursos genéticos, residuos alimenticios, estiércol, entre otros. Mientras que, la fotosíntesis y la biotecnología son ejemplos de procesos biológicos y de tecnologías aplicadas a recursos biológicos respectivamente (Rodríguez y otros, 2020).

En el documento se definen cuatro ejes estratégicos (producción y consumo sostenibles y circulares; inserción internacional con base en el valor agregado ambiental; ciencia, tecnología e innovación orientada a la bioeconomía; desarrollo territorial inclusivo) y cuatro ejes transversales (adecuación del marco regulatorio; formación, capacitación y sensibilización en bioeconomía, monitoreo y evaluación de la bioeconomía; financiamiento para el desarrollo de la bioeconomía), así como diversas líneas de acción para cada eje estratégico.

La propuesta de Estrategia prioriza seis complejos productivos bioeconómicos, que se encuentran muy interconectados entre sí (ver diagrama 2): Valorización de residuos y subproductos, Recursos biológicos acuáticos, Alimentos y bebidas, Recursos forestales, Turismo sostenible y Química y farmacéutica. El desarrollo de estos complejos permitiría dinamizar la economía. Por lo tanto, hay que generar las condiciones necesarias para su expansión, y las políticas públicas pueden cumplir un rol clave en ese sentido.

¹ Ver <http://www.fao.org/uruguay/noticias/detail/es/c/1254998/> y <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/politicas-y-gestion/lineas-accion-unidad-sostenibilidad-cambio-climatico>.

Diagrama 2
Complejos productivos bioeconómicos priorizados en la estrategia de bioeconomía de Uruguay (y sus interacciones)



Fuente: Propuesta de Estrategia de Bioeconomía, aún no publicada.

D. Plan de acción en economía circular e iniciativas relacionadas

En agosto de 2019 Transforma Uruguay lanzó el Plan de Acción en Economía Circular, cuyo objetivo general es impulsar la economía circular en el marco del desarrollo sostenible del país. Los objetivos específicos son los siguientes: generar información sistemática para el diseño de políticas públicas en clave de economía circular; fomentar la investigación e innovación en economía circular; identificar acciones tempranas e implementarlas para impulsar la economía circular; promover el conocimiento de los modelos de negocios basados en economía circular; incentivar prácticas y procesos basados en los principios de economía circular en diferentes actores sociales.

El Plan de Acción en Economía Circular resalta la complementariedad que presenta este concepto con el de bioeconomía, ambos impulsados a nivel de las políticas públicas. Dentro de las acciones priorizadas por el Plan, se encuentra el diseño de un Centro Tecnológico de Bioeconomía Circular con el objetivo de promover la producción basada en el conocimiento y la utilización de recursos biológicos, procesos y métodos biológicos para promocionar bienes y servicios de forma sostenible en todos los sectores productivos considerando la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

El proyecto Biovalor² se destaca como una iniciativa relevante a nivel nacional para la promoción de la economía circular. Es llevado adelante desde 2013 en conjunto por el Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM), el Ministerio de Ambiente (MA) y el Ministerio de Ganadería, Agricultura y

² Véase para más detalles sobre el Proyecto Biovalor <http://biovalor.gub.uy/>.

Pesca (MGAP). Su objetivo es transformar los residuos generados en el sector agropecuario en Uruguay en distintos tipos de energía y/o subproductos con valor, con el objetivo de reducir las emisiones de GEI, contribuyendo al desarrollo de un modelo sostenible bajo en carbono, apoyado por el desarrollo y transferencia de tecnología adecuada. Biovalor tiene un componente de fortalecimiento de la base de conocimientos (capacidades tecnológicas) en la conversión de residuos a energía, la valorización de residuos y tratamiento de residuos con bajas emisiones. Por su parte, el proyecto Desarrollo y Adaptación al Cambio Climático (DACC) implementado por el MGAP con apoyo del Banco Mundial financia iniciativas de circularidad en el sector agropecuario.

Además, la Agencia Nacional de Desarrollo (ANDE) junto con el proyecto Biovalor vienen implementando desde 2018 el Programa Oportunidades Circulares³, una iniciativa específicamente diseñada para promover la economía circular en el sector privado. Este programa impulsa la validación de ideas, la puesta en marcha de nuevas líneas de negocios y prototipos y la implementación de proyectos que promuevan una transición eficaz hacia la circularidad, contribuyendo al desarrollo productivo sostenible. También, desde 2017 Uruguay forma parte de la Alianza para la Acción hacia una Economía Verde (PAGE por su sigla en inglés), que consiste en una iniciativa conjunta del Sistema de las Naciones Unidas y el Gobierno Nacional que busca apoyar los esfuerzos nacionales en la transición hacia la economía verde e inclusiva.

E. Política de ciencia, tecnología e innovación (CTI)

En 2005 se inició una importante reforma del sistema de CTI que incluyó: a) la creación de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) como organismo político-operativo y de gestión de programas al cual se le transfirieron instrumentos que se encontraban dispersos en varias instituciones y se le dotó de otros con sus correspondientes apoyos financieros; b) el rediseño del antiguo Consejo Nacional de Innovación, Ciencia y Tecnología (CONICYT) como organismo de consulta y control; c) la instalación de nuevas instituciones científicas y/o tecnológicas (Instituto Pasteur de Montevideo -IPMont- y Centro Uruguayo de Imagenología Molecular -CUDIM-, entre otros) y la aprobación de propuestas de parques tecnológicos (Parque Científico Tecnológico de Pando -PCTP-; Parque de las Ciencias); y, d) la aprobación de leyes y/o reglamentaciones para otorgar exenciones fiscales a inversiones productivas sustentadas en Investigación y Desarrollo (I+D).

Se elaboró también el primer Plan Estratégico Nacional de CTI (PENCTI) cuyo primer gran objetivo fue el fortalecimiento de la plataforma científico-tecnológica del país. En este marco, además de las nuevas instituciones creadas mencionadas, se fortalecieron otras ya existentes: el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), la Universidad de la República (UdelaR), el Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable (IIBCE), el Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas (PEDECIBA) y el Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU). También implicó el despliegue de instrumentos para promover el capital humano (Sistema Nacional de Investigadores; Sistema Nacional de Becas; apoyo a Posgrados Nacionales y Formaciones Terciarias en áreas estratégicas), el desarrollo de infraestructura común o compartida (Portal bibliográfico TIMBÓ; Programa de Servicios Tecnológicos), y la creación de nuevos conocimientos por medio de fondos concursables (Horizontales: Clemente Estable, María Viñas y de Impacto Social; y Sectoriales: de Energía, de Salud e Innovagro).

El segundo gran objetivo del PENCTI fue incrementar la competitividad de sectores productivos, la innovación empresarial fue promovida tanto desde la ANII, por medio de subsidios parciales, como desde el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), vía exenciones fiscales, y de los ministerios productivos (MIEM, MGAP, Ministerio de Turismo) a través de programas específicos.

³ Véase para más detalles sobre el Programa de Oportunidades Circulares <http://oportunidadescirculares.org/>.

F. Políticas para el desarrollo de la biotecnología

Uruguay ya lleva adelante desde hace varios años políticas de desarrollo productivo de fomento a la biotecnología. Estas políticas son a grandes rasgos cuatro: a) el Consejo Sectorial de Biotecnología liderado por el MIEM en la que participan el sector público y privado; b) el régimen fiscal especial de apoyo a la biotecnología dentro del régimen general de promoción de inversiones; c) el apoyo a la creación de centros tecnológicos e incubadoras de empresas biotecnológicas por parte de la ANII; y d) los instrumentos liderados por el Sistema Nacional de Transformación Productiva y Competitividad en articulación con otras instituciones, como el Centro Internacional de Biotecnología para Agro-Alimentos o el Fondo de Estímulo a la Biotecnología.

A partir de la base de datos del MIEM se estima que hay 50 empresas con una definición estricta de biotecnología⁴, agregando por lo menos 20 más, pero este número sería muy superior si se consideraran otras que no cumplen con esa definición estricta y las que están siendo incubadas. Dentro de la biotecnología se están incorporando otro tipo de empresas de servicios de conocimiento.

El Consejo Sectorial de Biotecnología es un ámbito de coordinación entre gobierno, empresarios, trabajadores y el sector académico. Es un ámbito consultivo para contribuir al desarrollo y promoción de políticas de especialización productiva. En particular, el Consejo elaboró e implementó el Plan Sectorial de Biotecnología 2013-2020, el cual no llegó a ser implementado en su totalidad.

La ANII también apoya a emprendimientos innovadores biotecnológicos. Este programa promueve la creación y el desarrollo de nuevas empresas o empresas jóvenes biotecnológicas que se planteen la comercialización de productos o servicios innovadores. Se entiende por emprendimientos biotecnológicos aquellos que están dedicados a la aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos.

El primer centro tecnológico de biotecnología del país se creó en noviembre del 2017: el Centro Biotecnológico de Investigación e Innovación (CBI+I), creado por empresas del sector y la Universidad ORT Uruguay, para proveer formación, servicios, desarrollo, optimización y análisis de bioprocesos y productos biotecnológicos. Actualmente, se llevan adelante una serie de proyectos en conjunto con distintas industrias, por ejemplo: con la industria láctea se está trabajando en fermentos queseros, con la agrícola en el desarrollo de bioinoculantes del suelo, con sectores de veterinaria en el asesoramiento para la formulación de vacunas ganaderas, y con la construcción en la generación de nuevos biomateriales.

En 2019 la incubadora de empresas de base tecnológica Khem obtuvo el apoyo de ANII para la creación de la plataforma KhemBIO, a través de la cual se patrocinan emprendimientos biotecnológicos. Esta plataforma que apunta a promover el emprendedurismo científico y potenciar los bionegocios, tiene como socios estratégicos a la Fundación da Vinci y al Consorcio de Innovación del Sur (CISUR) conformado por PCTP, IPMont, IIBCE, CUDIM e INIA.

⁴ Es decir "toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos". Un antecedente a esta cifra de empresas biotecnológicas es el trabajo de Bianchi, C. (2014).

II. Caracterización de las cadenas cárnica y láctea desde el enfoque de la bioeconomía e identificación de oportunidades

La elección de las cadenas de valor cárnica y láctea se justifica en función de su peso en la economía y las exportaciones del país; además, en la fase primaria e industrial de estas cadenas se producen gran cantidad de subproductos y residuos. Si bien actualmente se valoriza parte de estos, se considera que existe potencial de generar nuevos productos de mayor valor agregado a partir de su valorización y soluciones más amigables con el ambiente. También se analizaron los sectores transversales de genómica de ganado y vacunas veterinarias dada su importancia para establecer estándares de calidad en las dos cadenas agroindustriales estudiadas.

El sector agropecuario y agroindustrial tiene una participación clave en la economía de Uruguay, representando un 11% del PIB en el 2019, siendo la ganadería responsable del 4% del PIB (Uruguay XXI, 2020). Este sector representó el 82% del total de bienes exportados en el mismo año (Uruguay XXI, 2020).

La producción de carne vacuna en 2019 fue de 1.077 miles de toneladas en pie, 2% menos que la producción del año anterior. Se exporta cerca del 70% de la carne producida. La carne se ubicó en el primer lugar de productos exportados en 2019, con una participación de 20% de las exportaciones, totalizando USD 1.784 millones con destino a 49 países. La carne enfriada, que corresponde a cortes de mayor valor representa el 19% del monto total exportado y se dirigió a Alemania, Holanda, Reino Unido, Estados Unidos, Japón, Brasil y Suiza. Las exportaciones de carne congelada, que corresponde al 81% restante, fueron dirigidas a China, seguida de Estados Unidos, Brasil e Israel. China es el mercado que lidera en las exportaciones uruguayas de carne: en volumen alcanza el 70% de la carne exportada.

Con respecto a los productos lácteos, la leche en polvo corresponde al 3,07% de las exportaciones (USD 433 M), mientras que la manteca representa el 0,45% (USD 63,5 M). Uruguay exporta también subproductos de la industria cárnica (0,31%), grasa bovina (0,22%) y suero de leche (0,09%) como subproducto de la industria láctea.

En el contexto de la bioeconomía, se incorpora el enfoque de “red de valor basada en la biomasa”, el cual considera que las redes de valor interconectadas por tipo de biomasa se adaptan mejor a la compleja naturaleza de las actividades bioeconómicas, en oposición al enfoque tradicional de cadena de valor lineal (Gómez San Juan, Bogdanski y Dubois, 2019). Por este motivo, se utiliza este concepto a la hora de presentar las oportunidades bioeconómicas.

A. Red de valor basada en carne bovina

Uruguay ha sido históricamente un país productor y exportador de carne vacuna de muy buen nivel. El sistema productivo, que ocupa unos 14 millones de hectáreas (80% de la superficie del país), está basado en pastoreo en pastizales naturales durante todo el año, lo cual hace que la carne uruguaya sea natural, segura, altamente nutritiva, extra magra y de un sabor distintivo (Uruguay XXI, 2020).

Como evidencia de la calidad de las carnes uruguayas, figura la certificación “Never Ever 3” que otorga el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) para el ingreso de carnes a ese país. Este etiquetado garantiza que los animales no recibieron hormonas, antibióticos y proteínas de origen animal, desde su nacimiento hasta la faena.

La trazabilidad individual y obligatoria del ganado desde el año 2006 y de las cajas negras en los frigoríficos, que permiten el trazado de la carne a lo largo de su procesamiento industrial, significó el involucramiento de tecnología, decisiones políticas adecuadas y la activa aceptación de los actores privados (Pittaluga et al., 2016). Además de ser libre de aftosa, Uruguay es también libre de encefalopatía espongiiforme bovina (EEB).

La red de valor de la carne bovina proviene del ganado en pie que tiene valor comercializable y puede ser exportado. El proceso productivo industrial comienza con la faena del ganado bovino del que se desprenden los cortes de carne con/sin hueso y los residuos y subproductos (ver diagrama 3). Los principales residuos y despojos que se obtienen son la sangre, la piel, la grasa, las vísceras, opoterápicos, aguas rojas, aguas verdes, lodos, recortes, descartes, tripas y otros. Algunos de estos vuelven a la cadena de procesamiento para (en su mayoría) volverse comestible. Las vísceras se comercializan en nichos de mercado y la sangre y la grasa suelen formar parte de las harinas, embutidos y preparaciones. (ONUDI, 2018).

En la cadena cárnica, el potencial de valorización es de casi el 100% (se deben excluir los decomisos, MER -médula, sesos y ojos-). El país cuenta con operadores para la valorización de todo tipo de residuo, aunque hay ciertos residuos que aún se los puede aprovechar más como la sangre y los residuos verdes (rumen y excretas). (ONUDI, 2018).

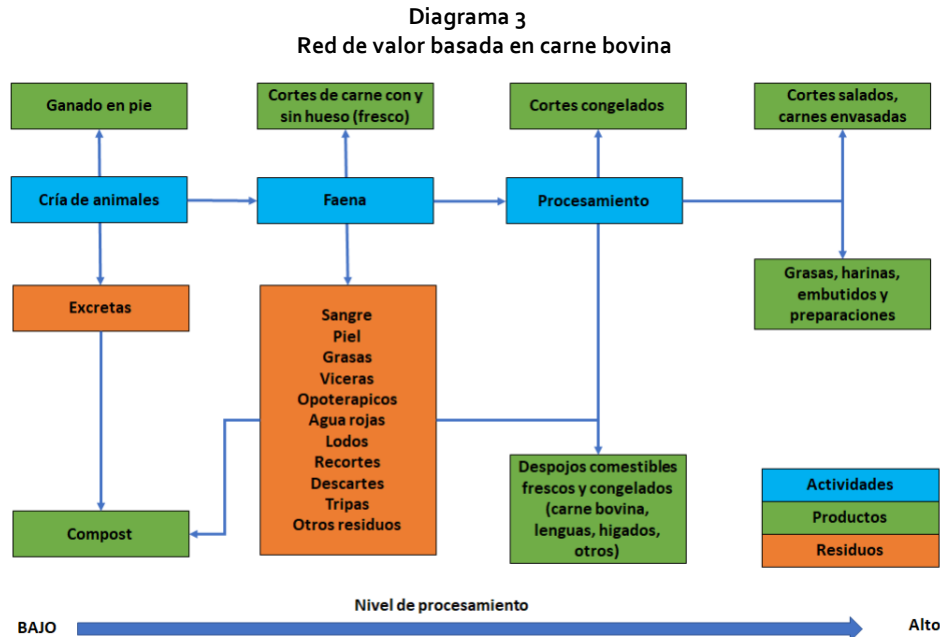
Se destacan dos iniciativas de valorización de residuos apoyadas por el proyecto Biovalor en fase demostrativa y de producción. En primer lugar, la empresa Bioterra se propone la producción de **compost, fertilizantes orgánico-minerales peletizados y sustratos**, en base a residuos de frigoríficos, de establecimientos de engorde a corral, de industria oleaginosa y de empaque de frutas y verduras⁵. En segundo lugar, el Frigorífico Pando (Ontilcor S.A.) implementó una caldera de combustión de contenido ruminal (residuos verdes) para la sustitución parcial de leña (ver recuadro 1). En estos casos, se trata de la valorización de residuos para obtener energía o fertilizante, lo cual cumple con los principios de circularidad, pero el valor agregado que genera no es sustancial.

Un aspecto destacable es que las valorizaciones de residuos y subproductos de material sin aftosa ni EEB les dan mucho más valor de mercado a nivel internacional. Esto es claramente positivo en el caso del suero fetal bovino, dado que podría procesarse en Uruguay con calidad de reactivo de I+D⁶. Por otro

⁵ <https://biovalor.gub.uy/proyecto/bioterra/>.

⁶ Entrevista realizada a Carlos Sanguinetti, 16 de octubre 2020.

lado, del pulmón bovino se purifica un surfactante pulmonar que es indicado para los niños que nacen prematuros (síndrome de distrés respiratorio neonatal). Estas son oportunidades que no se están aprovechando en Uruguay. Uno de estos productos es Survanta® de la multinacional farmacéutica ABBVIE (existen algunos productos similares de otras marcas).



Fuente: ONUDI (2018).

Nota: En el esquema de la cadena se representa al ganado en pie por ser la fuente de donde proviene la carne, sus productos y desechos. Sin embargo, para los cálculos estadísticos la configuración de la cadena de carne bovina inicia con los cortes frescos.

Recuadro 1
Combustión de contenido ruminal en caldera para la sustitución parcial de leña

Ontilcor S.A. es un frigorífico ubicado en las afueras de la ciudad de Pando dedicado a la faena y desosado de ganado vacuno para el abasto público y la exportación. Actualmente, la planta cuenta con una capacidad de faena de 800 animales/día. El objetivo del proyecto es el aprovechamiento energético del contenido ruminal mediante su combustión directa en caldera junto con leña. El contenido ruminal es un residuo que, por las grandes cantidades generadas y su alto poder calorífico, resulta de particular interés para la sustitución parcial de leña en los generadores de vapor que alimentan la planta industrial. El sistema consiste en el arrastre con agua del contenido ruminal desde la zona de evisceración del proceso de faena, conformando así la corriente de aguas verdes de los efluentes generados, de la cual es separado mediante un filtro prensa. En promedio, se obtienen cerca de 440 ton/mes de residuo con un 35% de humedad.

Para el aprovechamiento térmico de este residuo sólido, fue instalado un nuevo generador de vapor de una cámara de combustión acuotubular con paredes de membrana tubular y un banco evaporativo humotubular, que opera en un sistema de co-combustión del residuo junto con leña. El diseño del generador de vapor permite que el residuo ingrese al hogar sin necesidad de otro tratamiento o acondicionamiento previo. Para ello, el residuo es descargado en una tolva de acumulación desde donde lo toma un tornillo que lo eleva hasta parte superior del hogar. El ingreso del residuo se da en un punto independiente al de la leña, y es dispersado en el hogar por una corriente de aire secundario que ayuda a que el sólido se encienda antes de llegar al fondo del hogar y evitar así su aglomeración y pérdida de eficiencia en la combustión.

El proyecto culminó su fase de prueba y se encuentra en plena operación desde enero 2019, pudiendo utilizar todo el residuo generado y comprobándose la sustitución de 1 kg de leña cada 2 kg de residuo.

Fuente: Proyecto Biovalor <https://biovalor.gub.uy/proyecto/ontilcor/>.

Como se observa en el apartado siguiente, existen empresas en Uruguay que comercializan la carne, sus partes, los despojos y residuos, formando parte de la cadena de valor cárnica. No obstante, se identifica que la valorización de los subproductos y residuos a través de la biotecnología podría ser de un valor agregado bastante mayor.

1. Empresas existentes en el sector cárnico

a) Empresas que procesan carne

Hay 33 establecimientos frigoríficos bovinos en Uruguay⁷ y la mayoría de ellos exporta carne. No obstante, el 60% de la producción de carne en Uruguay está concentrado solamente en 9 frigoríficos. En las últimas décadas, la mayoría de estos establecimientos pasaron a ser adquiridos por actores importantes de las cadenas globales de valor del rubro.

Tal es el caso de Marfrig⁸, una de las compañías de alimentos más grandes de Brasil. En 2015 Marfrig Uruguay inició sus exportaciones a Estados Unidos con el sello "Grass-Fed Beef" y se convirtió en la primera empresa aprobada por esta certificación del USDA en Uruguay. Marfrig Uruguay es proveedor global de McDonald's y de Burger King.

Otra compañía global instalada en Uruguay es Minerva Foods. El frigorífico Minerva es el segundo mayor exportador de carne y el mayor exportador de ganado en pie de Brasil. La empresa tiene plantas en Brasil, Paraguay, Uruguay, Argentina, Chile y Colombia, desde donde exporta a 100 países. Minerva adquirió el frigorífico Pul (2011), el Frigorífico Matadero Carrasco (2014) y el frigorífico Canelones (2017).

Por su parte, Breeders & Packers Uruguay S.A. (BPU) es un frigorífico de última generación, construido en el centro del país (Durazno). Cuenta con modernas tecnologías aplicadas al procesamiento de la carne. La inversión inicial fue realizada por capitales ingleses y luego fue adquirida en 2017 por el grupo japonés Nipponham Group (NH Foods).

Otra empresa instalada en Uruguay desde 1962 es Nirea (Frigorífico San Jacinto S.A.), dedicada a la producción y exportación de carne vacuna. Actualmente pertenece al grupo argentino Pérez Compans, una cadena global de valor no especializada en el rubro cárnico. En Uruguay la empresa es una de las principales exportadoras de carne vacuna y de corderos premium.

b) Empresas que procesan residuos y subproductos

Algunas de las empresas más importantes en el procesamiento de residuos y subproductos cárnicos a nivel industrial, siendo externas a los frigoríficos en su mayor parte, son las siguientes:

- Viscofan es una empresa de un grupo internacional que tiene una planta ubicada en Canelones desde 2014. Se dedica a la producción de **colágeno** para uso en embutidos cárnicos y exporta a Brasil casi toda la producción.
- Los pulmones e hígados de bovino y otros despojos rojos son exportados congelados para producir una línea de productos destinados a la **industria farmacéutica** (opoterápicos), por una empresa denominada Urexport S.A. También hay empresas que exportan alimentos para mascotas⁹.
- Cardama S.A. es una empresa dedicada desde 1976 a la producción de **harina de carne, huesos y sebo de origen bovino**. Ubicada en Montevideo, exporta sebo y grasa animal a 17 países. Han obtenido la Certificación ISCC (International Sustainability Carbon Certification), uno de los principales sistemas de certificación para la sostenibilidad y las

⁷ Datos de la Asociación de Consignatarios de Ganado (ACG): <https://www.acg.com.uy/frigorificos>.

⁸ <http://marfrig.com.br/nossas-operacoes/uruguai>.

⁹ Ídem.

emisiones de GEI. En 2014 incorporaron una refinería de grasas/aceites de última generación (tecnología de Smet Ballestra) que permite obtener diferentes tipos de sebo con mayor valor agregado y obtener grasas de grado comestible (shortening). Producen también ácidos grasos destilados de sebo; este producto es utilizado en la industria oleoquímica, jabonerías y en el sector energético.

- Despro S.A. es una empresa ubicada en Montevideo, creada en 1999, que se dedica a la generación de productos para alimentación animal y de mascotas a partir de sangre de frigoríficos. Produce **hemoglobina en polvo y plasma en polvo**. También ofrece una gama de productos para el agro, que consisten en estimuladores del crecimiento vegetal basados en mezclas de aminoácidos. La empresa procesa entre 30.000 y 40.000 litros diarios de sangre. Esto permite obtener unas 150 toneladas de hemoglobina y 30 toneladas de plasma por mes. La empresa recoge la sangre de todos los frigoríficos ubicados al sur del Río Negro, entre los que se encuentra el frigorífico Tacuarembó (Marfrig) y las plantas de Solís y Durazno de BPU.
- La Loma, ubicada en Canelón Chico a 25 km de Montevideo, es otra empresa dedicada a la producción de harinas de carne y sebo, y también produce harina de plumas y de pescado. La harina de carne y hueso es un producto que se utiliza mucho en la formulación de raciones para aves, cerdos y alimentos para mascotas.
- Grinsol, ubicada en Montevideo, se dedica a procesar sobrantes de la industria cárnica para obtener harinas de carne, hueso y sebos de bovinos, que luego son usadas en las raciones animales. Las empresas Grasas COMSA (Colonia), Industrias Mantex Santa Lucía (Canelones), COUSA, Frigorífico San Jacinto, Doña Chola, Cololó (elaborado por Frigorífico Tacuarembó), producen grasa para consumo en fritura de alimentos.
- Uruguayan Animal Proteins (UAP), con planta en Lavalleja, se dedica a la producción de harina de sangre bovina, plasma bovino seco y hemoglobina bovina en polvo. Todos estos productos son destinados a la alimentación animal y de mascotas.
- Proteínas Naturales Uruguay (PNU), ubicada en Cerro Largo, también produce harina de sangre bovina en polvo. La planta de PNU procesa 25.000 litros de sangre por día que retira de los frigoríficos Salto, Tacuarembó y Pul, para elaborar harina sangre (50 Ton por mes).
- En el caso del frigorífico Las Piedras, se realiza el procesamiento de la sangre en su propia planta. La empresa tiene instalado un secador en spray donde se hace el secado de la sangre. Toda la producción de harina de sangre se exporta. El frigorífico Colonia (Marfrig) hace lo mismo, aunque una parte de la producción permanece en el mercado local.

En cuanto a las curtiembres, en Uruguay existen seis empresas. La industria está centrada en proveer de cueros a la industria automotriz y ha sufrido el cierre del comercio de los países a los que exportaba. Es un sector que había tenido un desarrollo importante con más de 12.000 empleos, pero hubo un declive desde la crisis mundial del 2008 y ahora cuenta con 2.500 empleados de los cuales 500 están en el seguro de desempleo, siendo esta situación previa a la pandemia de la Covid-19¹⁰.

La única empresa de curtiembres que ha diversificado la producción y no se centra solo en la industria automotriz de alta gama es Paycueros, ubicada en Paysandú. La producción de Paycueros está orientada hacia el calzado deportivo y en particular para una empresa francesa especializada en marroquinería.

Uruguay exporta cueros para la industria de vestimenta a China, México y Vietnam (principalmente el calzado deportivo de marcas reconocidas) y a Italia (a marcas de lujo). Esta demanda

¹⁰ César Barrios. La industria del cuero en su peor momento histórico. La Mañana, 5 de marzo 2020. <https://www.xn--lamaana-7za.uy/actualidad/la-industria-del-cuero-en-su-peor-momento-historico/>.

viene bajando por la sustitución con productos sintéticos más baratos, tanto en vestimenta como en la industria automotriz. Esto ha propiciado una caída muy significativa en el precio internacional de la materia prima, generando problemas en la rentabilidad de esta producción¹¹.

Según Willie Tucci, directivo de Bader e integrante de la Cámara de Industrias Curtidoras, una salida de la industria es el agregado de valor, es decir, empezar a producir bienes de calidad como zapatos y carteras¹². La industria de curtido de cueros tiene una vía garantizada de materias primas que asegura la generación constante de cueros crudos en grandes cantidades a través de los frigoríficos.

2. Desarrollo e identificación de oportunidades en biotecnología en la cadena cárnica

A nivel mundial, los frigoríficos generan grandes volúmenes de subproductos. Si bien estos subproductos son un recurso importante de proteína industrial que podría ser valorizado a través de la biotecnología para producir alto valor agregado, actualmente se utilizan de manera subóptima para la producción de productos de valor relativamente bajo.

Parte de los materiales de desecho, en su mayoría despojos, son recolectados y procesados por la industria de *rendering* (reciclaje o transformación) para producir materias primas que se utilizan en alimentos para la producción animal y para mascotas. La harina de carne y huesos, la harina de carne, la harina de aves, la harina de plumas hidrolizadas, la **harina de sangre**, la **harina de pescado** y las **grasas animales** son los principales productos resultantes del proceso de *rendering*.

Uruguay utiliza algunos de estos subproductos en la producción de harinas proteicas para alimentación animal (cerdos y pollos) y para alimentos para mascotas. Estas aplicaciones generan poco valor, pero además están sujetas a fluctuaciones de precios importantes y a restricciones sobre la EEB que son cada vez mayores en algunos países. En los últimos años, el precio medio anual de dichos productos ha ido descendiendo. Por ejemplo, en 2016 el precio medio anual de la harina de carne y huesos de porcino, así como la **harina de sangre**, disminuyó 17%, y el de la harina de plumas disminuyó 25% en comparación con los precios en 2015¹³. Por otro lado, en Canadá¹⁴ y en la Unión Europea¹⁵, la legislación restringe el uso de estos subproductos denominados SRM (specific risk materials) en alimentos para animales, alimentos para mascotas, e incluso en aplicaciones de fertilizantes.

Por lo anterior, es un imperativo para Uruguay buscar nuevas opciones que valoricen estos subproductos en línea con los avances de la normativa. En los siguientes puntos se listan los potenciales productos que pueden derivar de los subproductos y residuos de la industria cárnica, incluyendo la bioenergía, los bioproductos, los biomateriales y los alimentos.

a) Bioenergía (biogás, hidrógeno)

La empresa Netum SRL ha trabajado en la producción de biogás para un frigorífico importante de Uruguay. A partir de evaluaciones sobre el potencial de producción de biogás de los diferentes residuos de la planta, la empresa determinó que la mezcla de barros grasos rojos, barros grasos verdes y contenido ruminal, y la mezcla de barros grasos rojos, barros grasos verdes y los efluentes, son las que generan mayor cantidad de biogás¹⁶.

¹¹ Curtiembres: el futuro de la industria es buscarle la forma de agregar valor. Programa Puntos de Vista, RNU. 16 de julio 2020.

¹² Ídem.

¹³ Swisher K. Market Report: Ups and Downs All Around. RENDER Magazine, Placerville, CA, USA: 2017. pp. 10–15.

¹⁴ CFIA Annex D: Specified Risk Materials. 2016. <https://www.inspection.gc.ca/food-safety-for-industry/food-specific-requirements-and-guidance/meat-products-and-food-animals/srm/eng/1369768468665/1369768518427>

¹⁵ European Commission Control of TSEs (Including BSE and Scrapie). 2017. https://ec.europa.eu/food/safety/biosafety/food_borne_diseases/tse_bse_en.

¹⁶ Guillermo Zinola (Director Ejecutivo de Netum). Comunicación personal.

Por otro lado, además del biogás, la fermentación puede derivar en producción de hidrógeno en ciertas circunstancias controladas (acidogénesis) (Bastidas-Oyanedel et al., 2015). Los microorganismos fermentativos / hidrolíticos hidrolizan polímeros orgánicos complejos a monómeros que luego se convierten en una mezcla de ácidos orgánicos y alcoholes de menor peso molecular mediante la producción de hidrógeno por bacterias acidogénicas estrictas. El laboratorio BioProA de la Facultad de Ingeniería de la Udelar junto con el IIBCE vienen investigando el potencial de esta tecnología (Castelló et al, 2020). Esta tecnología no se ha aplicado en Uruguay; se requieren estudios a escala piloto en escenarios reales.

Los residuos de las curtiembres pueden valorizarse a través de la producción de biogás. El Laboratorio BioProA viene trabajando en dos convenios de transferencia de conocimientos. Uno de ellos es para evaluar la viabilidad de instalar un digestor en una curtiembre (mediante un convenio con la empresa). El secado de los cueros es el costo energético mayor en estas industrias, por lo cual la energía del biogás iría para la generación de secado del cuero y generar así un importante ahorro¹⁷. Otro es un proyecto demostrativo de codigestión de residuos agroindustriales en conjunto con la Facultad de Agronomía de Udelar, que hace la evaluación agronómica del digestato. Se construyó un digestor de 5.000 litros para la codigestión de residuos de aceiteras, curtiembres y frigoríficos. Desde el punto de vista técnico, fue un proyecto exitoso con una buena eficiencia de producción de biogás y con un digestato que fue evaluado con muy buenas posibilidades de sustituir fertilizantes químicos¹⁸. Hay un potencial interesante de implementar una planta de mayor escala que asocie industrias, genere biogás y otros productos valorizables, por ejemplo, los ácidos grasos incorporando una vía de extracción / purificación aparte. Dichos ácidos grasos en forma pura pueden ser usados hasta en la industria farmacéutica, dependiendo de su grado de pureza¹⁹.

Otra molécula específica que puede obtenerse de estos procesos es el hidroxitirosol, que está presente en la torta de prensado que proveen las aceiteras de aceite de oliva y que en los procesos de codigestión hay que retirarlo antes para que no inhiba la digestión anaeróbica. Es el principal polifenol de los aceites de oliva con importantes funciones antioxidantes y neuroprotectoras. El grado ingrediente alimentario de esta molécula tiene un precio internacional entre USD 600 y 1.000 /Kg. Se podría purificar directamente de la torta de prensado de aceitunas de las almazaras (Plaza et al., 2020) y luego esta torta sin hidroxitirosol puede ser usada en los procesos de codigestión mencionados.

La propuesta de codigestión en general es viable desde el punto de vista técnico, pero falta un estudio en profundidad de factibilidad económica. BioProA realizó una evaluación económica preliminar que muestra que sería rentable. Además, las empresas están cada vez con más presiones de costos para la disposición final de los residuos; por ejemplo, en el área metropolitana hay dos lugares de disposición final, Felipe Cardoso y Tesor, que cobran para la disposición final de los residuos agroindustriales. La usina de disposición final cercana a Montevideo, Felipe Cardoso, cobra aproximadamente USD 25 /m³ de residuo. Pero los residuos de categoría 1 (peligrosos) tienen un costo de USD 200 / ton. Según estimaciones de Mauricio Passeggi, para una planta de codigestión en el eje ruta 1 y 5 cercana a Montevideo, se requieren unos USD 2-3 millones para implementar este tipo de planta.

Para valorizar estos conocimientos, BioProA integró en el segundo proyecto a Olecar SA²⁰ que se dedica al procesamiento de residuos peligrosos y tiene una planta de secado de sangre; trabajan para el frigorífico Pul en Melo, Cerro Largo.

¹⁷ Entrevista realizada a Mauricio Passeggi, 15 de octubre 2020.

¹⁸ Ídem.

¹⁹ Ídem.

²⁰ <http://www.ecogestiones.info/index.html>.

b) Bioproductos, biomateriales y alimentos

Soluciones avanzadas para la cirugía regenerativa. La empresa italiana Bioteck²¹ aplica procesos biotecnológicos de vanguardia para obtener, a partir de tejidos animales (huesos, cueros y articulaciones de origen equino), soluciones avanzadas para la cirugía regenerativa. Bioteck fabrica productos sanitarios de origen equino natural. Utilizando un sistema enzimático para la eliminación de los componentes antigénicos de cualquier tipo de tejido heterólogo, crea aplicaciones quirúrgicas avanzadas de alta tecnología y de calidad superior. Uruguay no ha explorado aún esta vía de valorización.

Queratina. Keraplast Technologies, LLC. es una empresa de biotecnología en etapa comercial de Estados Unidos, con sede en San Antonio, Texas, con operaciones de fabricación e I+D en Christchurch, Nueva Zelanda. Su tecnología propietaria Functional Keratin® tiene los beneficios naturales de la proteína queratina al cuidado del cabello, cicatrización de heridas, cuidado de la piel y nutrición. La materia prima que utiliza la empresa es lana de oveja, pero el pelo de ganado vacuno es también importante fuente de queratina. Si bien a nivel internacional hay muchos ejemplos de estos productos, en Uruguay no han surgido aún emprendimientos para esta valorización.

Sulfato de condroitina, colágeno y ácido hialurónico. Estos tres compuestos se extraen principalmente de cartílago bovino, porcino o de peces. Los métodos de extracción incluyen un tratamiento proteolítico controlado seguido de una separación específica y una purificación. A partir de los recortes de cueros de curtiembres también puede extraerse **colágeno y condroitín sulfato**. En Uruguay hay algunos proyectos, pero ninguno a nivel industrial. El gran problema de extraerlos del cuero de curtiembres es la presencia de cromo. La metodología está bien descrita en la literatura (Noorzai et al., 2020), habiendo varios métodos, de hidrólisis ácida combinados o no con enzimas, con tasas de recuperación de hasta el 75%. Uruguay no ha explorado aún esta vía de valorización.

A nivel global, hay gran cantidad de ejemplos de éxito en esta valorización:

- La empresa china Shandong Zhongyuan Greentech Co. Ltd.²² es el mayor fabricante de sulfato de condroitina. Es el principal proveedor de sulfato de condroitina en el mercado de Europa y los Estados Unidos, donde la marca GREENTECH tiene una gran reputación. Con diez años de historia de producción, el proceso de fabricación está bien optimizado y la calidad del producto es estable. Se dirige a un mercado de suplementos alimenticios para personas con artritis y dolores articulares, o para deportistas.
- Shandong Runxin Biotechnology²³, otra empresa china, es un fabricante global por contrato que se dirige a la industria de suplementos dietéticos, que ofrece una amplia gama de productos con diferentes formas como cápsulas blandas, tabletas y polvos.
- Synutra Ingredients²⁴, también china con ubicación en los Estados Unidos, es un fabricante y proveedor líder de ingredientes para suplementos dietéticos, especializados en nutrientes para la salud de las articulaciones. La línea de productos actual incluye variedades de condroitina y colágeno de alta calidad.
- La empresa japonesa S.A.U. Seikagaku Corporation²⁵ se especializa en glicobiología, que es un campo científico de investigación de los carbohidratos complejos o glucoconjugados y cadenas de azúcar. Produce el ácido hialurónico de alta pureza y condroitín sulfato a partir de huesos y articulaciones de ganado bovino.

²¹ <https://www.bioteck.com>.

²² <http://www.greentech-biochemicals.com/showart.asp?id=19>.

²³ <http://www.sdrxsw.com/>.

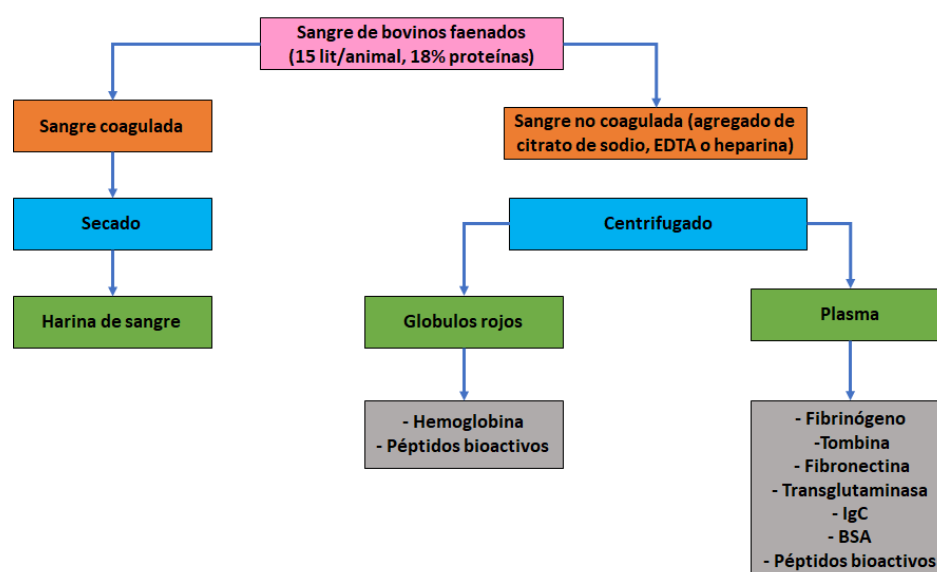
²⁴ <http://synutraingredients.com/>.

²⁵ <https://www.seikagaku.co.jp/en/index.html>.

- Qingdao Wantuming Biological Products Co. Ltd.²⁶ de China es uno de los primeros fabricantes profesionales de sulfato de condroitina. Produce principalmente condroitín sulfato y péptidos de colágeno.
- Una empresa de los Estados Unidos, Sioux Pharm²⁷, produce sulfato de condroitina grado farmacéutico. Es el productor líder de condroitín sulfato en los Estados Unidos. Además, la empresa danesa ZPD²⁸ genera productos para humanos y animales, manteniéndose al frente del desarrollo y fabricación de mucopolisacáridos en particular el condroitín sulfato. Summit Nutritionals International Inc.²⁹ fabrica sulfato de condroitina crudo (de origen bovino, de pollo, porcino y de peces) y cartílago en polvo de fabricación estadounidense.

Proteínas de la sangre. A partir de la sangre del animal se pueden separar varios componentes proteicos con alto valor comercial. Dependiendo si la sangre se mantiene fría y sin coagular, se pueden obtener proteínas del plasma como la BSA de alto valor comercial (véase diagrama 4 y cuadro 1). También por centrifugación y separación, se obtienen otras proteínas del plasma como la trombina, el fibrinógeno, la fibronectina, la transglutaminasa, Inmunoglobulinas (IgG) y péptidos bioactivos (obtenidos por hidrólisis controlada a las proteínas de la sangre).

Diagrama 4
Obtención de proteínas de la sangre de bovinos: dos vías de diferente valor agregado



Fuente: Modificado a partir de Bah et al. (2013).

La vía explorada en Uruguay para la valorización de la sangre bovina es la más sencilla e implica el secado directo de la sangre o del plasma para la obtención de harinas de sangre y plasma para su uso en alimentación animal. Sin embargo, bajo condiciones controladas de producción, la sangre y el plasma pueden ser usados para alimentación en humanos. Tal es el caso de la empresa Lican (que opera en México, Chile y Paraguay), que genera los siguientes productos: Prolican 70 (plasma bovino secado por spray) para ingrediente emulsificante y aglutinante, Prietin (sangre entera porcina secada por spray dried) para morcillas, y Myored (pigmentos rojos de la sangre) para usar como colorante natural en alimentos.

²⁶ <http://www.qdwtm.com/>.

²⁷ <http://siouxpharm.com/sioux-pharm/introduction/>.

²⁸ <https://zpd.dk/>.

²⁹ <https://summitnutritionals.com/home/>.

Cuadro 1
Proteínas de la sangre bovina y sus aplicaciones

| Proteína de la sangre bovina | Usos | Empresas que comercializan |
|------------------------------|---|--|
| Trombina / protrombina | Uso médico en tratamiento de heridas, uso para precursor de la producción de trombina | Bovogen Biologicals Pty Ltd (Australia) |
| Fibrinógeno | Reactivo microbiológico para identificación de <i>Staphylococcus aureus</i> / Reactivo de rutina para la coagulación sanguínea en laboratorios de serología | Bovogen Biologicals Pty Ltd (Australia) |
| Hemoglobina | Alimentación animal y para acuicultura | Sonac (Vion Ingredients Group, Holanda), Veos Group (Bélgica), Bovogen Biologicals Pty Ltd (Australia), Lampire Biological Laboratories (Estados Unidos) |
| Seroalbúmina bovina (BSA) | Reactivo de laboratorio, reactivo de I+D, Test de factor Rh en humanos | Varias empresas (ver sección BSA) |
| Péptidos bioactivos | Engloba a una gran cantidad de péptidos con actividad antihipertensiva, antioxidante, antimicrobianos, péptidos opioides, antígenotóxica | No hay empresas aún – fase I+D |

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de Bah et al. (2013).

Sueroalbúmina bovina (BSA). La BSA es un importante reactivo de I+D además de un insumo para la producción de vacunas veterinarias y humanas. Las empresas líderes mundiales de este producto son: Lake Immunogenics, Auckland BioSciences, Kraeber and Co. GmbH, Thermo Fisher Scientific, Rocky Mountain Biologicals, LAMPIRE Biological Laboratories, Bovogen, Proliant, ANZCO Foods, Biosera, Merck, Moregate BioTech, Gemini, Internegocios y RMBIO.

Se prevé que el mercado mundial de BSA crezca de USD 254,8 millones en 2019 a USD 304,2 millones para el 2025, a una tasa de crecimiento compuesto anual del 3%³⁰. El mercado mundial de albúmina de suero bovino está creciendo debido a los cambios en las preferencias de los consumidores por una dieta rica en proteínas y la alta demanda de la industria farmacéutica, nutraceútica y de investigación e innovación.

Suero fetal bovino (SFB). El SFB se deriva de sangre entera coagulada recogida asépticamente del feto a través de punción cardíaca. El suero se colecta y mantiene siempre refrigerado. Tiene aplicaciones en cultivo celular (laboratorios de investigación y biofarmacéutica). Vendido al granel, 1 litro de SFB estaría en USD 50. Pero posee un altísimo valor de mercado procesado por esterilización (por radiación gamma) y ultrafiltración. En el catálogo de Fisher Scientific, el medio litro de SFB de origen latinoamericano (principalmente de Brasil) cuesta USD 240. Por ejemplo, la empresa española Linus comercializa SFB de origen uruguayo para uso de reactivo de laboratorio (ver catálogo de productos de Cultek)³¹. En México, la empresa ByProductos es experta en la recolección y procesamiento de SFB para su uso en la industria biotecnológica. La empresa francesa Biosera produce SFB de frigoríficos franceses, uno de los líderes mundiales que provee de SFB. Aunque hay una tendencia a la sustitución del uso de SFB por medios de cultivo celular artificiales, este producto sigue teniendo su relevancia como reactivo de I+D. En Uruguay, hay cierto aprovechamiento del suero fetal bovino: hay dos empresas pequeñas que se dedican a extraer la sangre de neonato, se separa el suero de la sangre y se exporta a granel sin ningún procesamiento (sólo se centrifuga y se congela)³². Estas empresas son Lonsa Science SRL (LONSERA) y MVD MART SA.

³⁰ Investigación de mercado de Market Research Report. Bovine Serum Albumin Market by Form (Dry, Liquid), Grade (Technical-& Diagnostic-Grade, Research/Reagent-Grade, Food Grade), End User (Life Sciences Industry, Feed Industry, Food Industry, Research Institutes), and Region - Global Forecast to 2025. Agosto 2019.

³¹ <https://www.cultek.com/suero-fetal-bovino-origen-uruguay-1-botella-100ml.html>.

³² Entrevista realizada a Juan Carriquiry, 10 de noviembre 2020.

Fitoestimulantes. La empresa española Bioiberica³³ cuenta con una vasta experiencia en el manejo del estrés vegetal, avalada por centros referenciales de investigación agrícola y de fisiología vegetal. Han desarrollado una gama específica de productos a base de aminoácidos de acción natural que promueven la bioestimulación, la nutrición y la protección de las plantas. También cuentan con una tecnología de captura masiva de moscas de la fruta que se ha convertido en una referencia mundial. En Uruguay la empresa Despro S.A. ha explorado esta vía de valorización generando productos fitoestimulantes basados en mezclas de aminoácidos.

Biomateriales. En algunos casos, la calidad de estos subproductos de los frigoríficos no es apta para alimentación animal, pero se pueden valorizar para producir biomateriales, como adhesivos para la industria de la madera (Adhikari et al., 2018). Por el momento, no hay emprendimientos comerciales que usen esta tecnología.

Heparina. La heparina es un insumo importante en medicina. Se trata de un glucosaminoglucano sulfatado, con propiedades anticoagulantes. Se usa como inyectable en humanos en pacientes con tromboembolismo venoso y diversos trastornos cardiovasculares. Se obtiene a partir del sarro de tripa bovina y porcina. En Uruguay había dos empresas dedicadas a la producción de heparina inyectable: Syntex (de origen argentino) y Derol. Esta última cerró y Syntex discontinuó su producción de heparina en Uruguay, pero continúa su producción en Argentina y Brasil. El mercado global de la heparina es muy interesante: el tamaño de dicho mercado se estimó en USD 6.490 millones en 2018 y se prevé que se expanda a una tasa compuesta anual de 1,6%³⁴.

Como se mencionó anteriormente, está en curso un proyecto de valorización de subproductos de la industria cárnica del MIEM, en la que participa el Instituto de Ingeniería Química de Facultad de Ingeniería (Udelar). Se espera que los resultados sean divulgados durante el primer semestre de 2021 y, por el momento, no se pudo recabar información técnica por confidencialidad³⁵. Uno de los obstáculos que mencionó Beatriz Briano, coordinadora del proyecto, es que las empresas multinacionales del sector frigorífico se trasladan los residuos para ser procesados en su país de procesencia (algunas empresas son de Brasil)³⁶. Según Briano, las oportunidades de valorización para la generación de bioproductos de alto valor no podrán venir de las propias industrias frigoríficas o curtiembres, sino de emprendimientos nuevos³⁷.

En el sector lanero, por ejemplo, la empresa LANCO (fundada en 1986) produce lanolina que es una grasa derivada de lana refinada. La lanolina es ampliamente utilizada en productos para el cuidado personal y en productos industriales. Algunas de sus aplicaciones más importantes son en cremas, ungüentos, lociones, cremas para bebés, productos cosméticos, shampoo y acondicionadores para el cabello y muchas más. Industrialmente es utilizada en la industria textil y del cuero, en pinturas, en productos anticorrosivos, plastificantes, lubricantes y adherentes. También es materia prima para la producción de derivados de alto valor comercial como el colesterol y la vitamina D₃³⁸.

Por otro lado, hay jóvenes investigadores interesados en extraer colágeno del cuero ovino, estudiantes de Facultad de Ingeniería de Udelar ganaron un premio en Ingeniería de Muestra 2019 (en la sección Ingeniería Química) con el proyecto titulado "Valorización de cuero ovino"³⁹.

³³ <https://www.planthealth.es/en/>.

³⁴ Investigación de mercado de Market Analysis Report. Heparin Market Size, Share & Trends Analysis Report By Type (Low Molecular Weight, Ultra-low Molecular Weight), By Route of Administration, By Application Form, By End Use, And Segment Forecasts, 2019-2026. Julio 2019.

³⁵ Entrevista realizada a Beatriz Briano, 4 de noviembre 2020.

³⁶ Ídem.

³⁷ Ídem.

³⁸ <https://www.lanco.com.uy/>.

³⁹ <https://www.fing.edu.uy/noticias/area-de-comunicacion/premiados-en-ingenieria-demuestra-2019>.

B. Red de valor basada en lechería

La producción de leche obtenida en predios comerciales durante 2019 se estimó en 2.191 millones de litros. La remisión a industrias procesadoras continúa siendo el principal destino con una participación del 84% de la producción que equivale a 1.846 millones de litros (MGAP, 2020). La elaboración predial y la venta directa comprendieron 237 millones de litros; en tanto que 84 millones de litros son utilizados para el consumo en los propios tambos (humano y animal) y 24 millones en consumos estimados en establecimientos sin lechería comercial. Uruguay tiene 759.123 cabezas de ganado lechero en una superficie total de 761.550 hectáreas.

La industria láctea exporta el 70% de la producción, fundamentalmente en forma de leche en polvo (entera 131.577 ton y descremada 21.522 ton), por un valor de USD 660 millones. Los principales mercados de destino son Argelia, Brasil, China, Rusia, Cuba, Singapur, Chile, Egipto, Argentina y Panamá. También se exportan quesos por un valor de USD 107 millones y manteca por USD 64 millones (MGAP, 2020).

El sector lechero en Uruguay ha pasado en los últimos años por una crisis de competitividad, en parte, debido a la caída de precios de algunos de los productos (por ejemplo, leche en polvo descremada), pero también por la baja competitividad endémica de este sector basado en la exportación de *commodities* de poco valor agregado y altos costos de producción. Según INALE (2020), los desafíos del sector lechero asociados a la pandemia por Covid-19 son: “seguir extremando las medidas de higiene e inocuidad en toda la cadena láctea, fortalecer los destinos de exportación consolidados, apuntar a la búsqueda de negocios de corto plazo que vayan paleando la salida de productos hacia el mundo, apuntar a la diferenciación de productos y buscar segmentos de mercado diferenciados aprovechando las oportunidades que puedan surgir de esta crisis así como complementar métodos tradicionales de comercialización con canales alternativos como el e-commerce”.

Frente a los desafíos respecto a los efectos negativos sobre la calidad de agua, que en parte provienen de los tambos, el MGAP exige la presentación de los Planes para la Producción Lechera Sostenible. Estos planes de uso para los sistemas lecheros consisten en hacer una rotación de cultivos en cada unidad de producción, que no genere pérdidas de suelo por erosión por encima de la tolerancia predeterminada para ese suelo. Estos planes incluyen un programa de manejo con fertilizantes químicos y orgánicos, que evite la concentración de fósforo en el suelo y un buen manejo de efluentes de los tambos. El objetivo es que no se produzca exportación de suelo ni de nutrientes de los campos hacia los cursos de agua. Estos planes son exigidos a los productores que están ubicados en la cuenca del Río Santa Lucía, principal cuenca de abastecimiento de agua potable para Montevideo y el área metropolitana.

1. Empresas existentes en el sector lácteo

El sector está integrado por dos tipos de empresas: los establecimientos productores de leche (tambos) y las empresas que procesan leche, ya sea generando leche en polvo, quesos, manteca, yogures y otros productos lácteos.

En general, los productores de leche (3.423 establecimientos) remiten la leche a empresas o cooperativas. En algunos casos, estas empresas poseen sus propios tambos. Conaprole es la cooperativa que capta el 70% de la leche remitida a la industria. Le siguen Estancias del Lago (7%) y Alimentos Fray Bentos (6%) y otras empresas con mucho menor capacidad industrial (Indulacsa, Claldy, Calcar, Granja Pocha, Farming). Estas empresas se describen a continuación.

- **Conaprole.** La Cooperativa Nacional de Productores de Leche (Conaprole) nace en 1936 a través de la unión de seis empresas que compran la leche a tambos para generar un sistema industrial de producción, pasteurización de la leche y distribución. Actualmente tiene varias plantas de producción de productos lácteos en varios departamentos del país.

Conaprole se ha diversificado ampliamente en sus productos, expandiéndose más allá de la leche y productos derivados (yogures, quesos, manteca, crema de leche, dulce de leche, postres y helados) al sector de jugos de frutas, postres sin leche (gelatinas) y pulpa de tomate.

La empresa ha trabajado con 1.432 millones de litros de leche remitida, fue el primer exportador de productos lácteos con volúmenes de exportación de USD 479 millones, siendo el 77% de sus exportaciones la leche en polvo, y ventas en el mercado interno equivalentes a USD 263 millones (CONAPROLE, 2020).

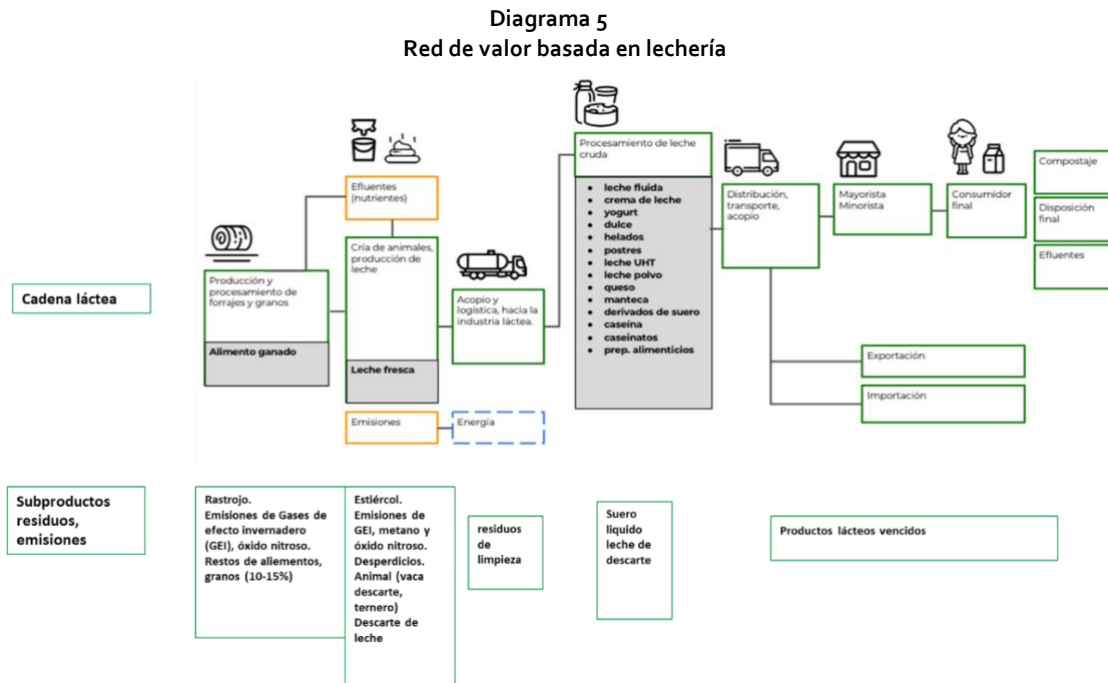
- **Estancias del Lago.** El proyecto se vincula con la familia Bulgheroni, que posee diversas inversiones en Argentina y Uruguay. Es un megatambo ubicado en el departamento de Durazno, que posee la mayor capacidad instalada en el país. El emprendimiento ocupa un área de 37.000 ha, donde se integran los diferentes procesos que incluyen agricultura, ganadería intensiva y una moderna planta industrial con tambo automatizado. En plena capacidad habría 13.000 vacas en producción, de las cuales se obtendrán 450.000 litros de leche al día. Asimismo, en la planta industrial se producirán 20.000 toneladas de leche en polvo al año⁴⁰.
- **Alimentos Fray Bentos.** Produce alimentos infantiles basados en suero en polvo. Tiene una capacidad de procesar 600 mil litros de leche al día. En mayo del 2018 estuvo trabajando a mitad de su capacidad. Hoy en día es la tercera empresa a la que se remite leche para producción de alimentos lácteos procesados.
- **Indulacsa.** Industria Láctea Salteña (Indulacsa) es una empresa uruguaya que se ha convertido en la primera exportadora de quesos. También produce manteca, leche entera y descremada en polvo y suero de leche en polvo. Posee dos plantas, una en Salto y otra en Cardona (Soriano). El grupo de origen francés Lactalis compró en 2015 las dos plantas de leche de la empresa Indulacsa que anteriormente pertenecían al grupo mexicano La Esmeralda. La compañía cuenta con 200 plantas industriales en el mundo. Desde 2017 es dueña del 89,6% de Parmalat, principal compañía italiana de lácteos con presencia en todo el mundo.
- **Claldy.** La Compañía Láctea Agropecuaria Lecheros de Young SA (Claldy), apunta al mercado interno con gran variedad de productos lácteos (leche, manteca, quesos, cremas de leche) y a su vez ha desarrollado un fuerte negocio de exportación, en particular con queso, manteca, suero en polvo y leche en polvo. Elabora también estos productos con calidad halal para mercados que así lo solicitan.
- **Calcar.** Cooperativa Láctea de Carmelo (Calcar), fundada en el año 1956, en el departamento de Colonia. Produce para el mercado interno leche entera y descremada, quesos, manteca, crema de leche, dulce de leche, postres y yogures. Para exportación producen diversos tipos de quesos.
- **Granja Pocha.** Granja Pocha fue fundada en 1980, en Juan Lacaze (Colonia), utiliza la marca Colonial para sus productos desde el 2013. Se inició con producción de dulce de leche, pero luego rápidamente se diversificó en otros productos: quesos, leches, crema de leche y yogures, entre otros. Se enfoca principalmente al mercado interno.
- **Farming.** Ubicada en Nueva Helvecia (Colonia), en sus inicios, Farming se destacó como la primera empresa dedicada a la transformación y acondicionamiento de quesos artesanales, siendo la primera marca artesanal en el mercado uruguayo. A través de los años, la demanda de los consumidores y el fuerte crecimiento de la empresa llevaron a que Farming comenzara a elaborar sus propios quesos, logrando que hoy se comercialicen más de cien productos diferentes en Uruguay y exporta a países de la región.

⁴⁰ <https://estanciasdellago.com/la-empresa/>.

- **Ecolat.** El grupo peruano Gloria reabrió, en febrero del 2019, la empresa productora de lácteos Ecolat, ubicada en la ciudad de Nueva Helvecia, Colonia, que fue una de las industrias procesadoras más importantes de Uruguay (INALE, 2020).

2. Desarrollo de la biotecnología en la cadena láctea

Como se observa en el diagrama 5, a lo largo de toda la cadena láctea se generan residuos y subproductos, que pueden ser valorizados a través de la biotecnología. Las distintas fases de la cadena láctea comprenden: producción y procesamiento de forrajes y granos, cría de animales, producción de leche, acopio y logística hacia la industria láctea, procesamiento de leche cruda y distribución, transporte y acopio, procesamiento de leche cruda y distribución, transporte y acopio, distribución, transporte, acopio, Mayorista Minorista, Consumidor final, Compostaje, Disposición final, Efluentes.



Fuente: Elaboración propia a partir de la priorización de actividades para el Plan de Acción en Economía Circular (2018).

Dada la especialización del sector lácteo, es imperativo buscar nuevas aplicaciones que valoricen los subproductos y residuos de la cadena. A continuación, se describen los potenciales productos que pueden derivar de los subproductos y residuos de la cadena láctea. Se aborda la bioenergía, los bioproductos, los biomateriales y los alimentos.

a) Bioenergía

La gestión de efluentes en los tambos no ha sido enfocada desde una perspectiva social, económica y ambiental. Por un lado, la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) regula su tratamiento para evitar la exportación de nutrientes a los cursos de agua, mientras que el MGAP exige la presentación de Planes para la Producción Lechera Sostenible. Por otro lado, los productores lecheros valoran el contenido de nutrientes en el estiércol como fertilizantes para los campos (posee nitrógeno, fósforo, potasio y, además, Boro y Zinc)⁴¹. En la última década, desde las políticas públicas se han apoyado iniciativas que apuntan a la circularidad de nutrientes en los tambos, principalmete a

⁴¹ Entrevista realizada a Jorge Artagaveytia y Gabriel Giudice, 6 de noviembre 2020.

través del proyecto Biovalor y el proyecto Desarrollo y Adaptación al Cambio Climático (DACC). En Biovalor se apunta a profundizar en el potencial de la circularidad de nutrientes dentro de los establecimientos lecheros, a través de la mejora, el monitoreo y la evaluación de los sistemas de gestión de efluentes en cinco unidades demostrativas en estaciones experimentales de la Udelar, la UTEC y el INIA⁴². Se espera que, a partir de los resultados de estos proyectos demostrativos, se puedan escalar y transferir las tecnologías apropiadas al sector lechero. Actualmente, ya existen empresas que prestan servicios de estiercoleras para esparcir los nutrientes en el campo.

Mauricio Passeggi (Facultad de Ingeniería, Udelar), en su tesis de doctorado sobre el tratamiento de efluentes de la industria láctea ("Desarrollo y evaluación de un sistema de tratamiento de efluentes de alta carga para la industria láctea") investiga la valorización de los residuos de la industria láctea en una forma integral para pequeños productores queseros. Observa que la codigestión de suero lácteo con estiércol de tambos da muy buenos resultados de producción de biogás⁴³.

La producción de biogás en los tambos parece ser la valorización de residuos preferida en esta fase de la cadena láctea. En particular, el Proyecto Biovalor ha apoyado actividades demostrativas sobre aprovechamiento de residuos para producir biogás en tambos. Un ejemplo es el tambo de Rincón de Albano (en Villa Rodríguez, San José) con un presupuesto total de USD 199.000 (la mitad financiada por Biovalor). Aquí se construyó un biodigestor con una capacidad de gestión de residuos de 25.695 ton/año. A esto se asocia una reducción estimada de emisiones de GEI de 276.389 kg CO₂ eq/año⁴⁴. El establecimiento Rincón de Albano posee 500 vacas lecheras y produce biogás que alimenta un generador de electricidad (ver recuadro 2).

La empresa Netum ha trabajado en la instalación de digestores para la producción de biogás en tambos de pequeña y mediana escala, basándose en el concepto de producción circular, donde tanto los sólidos como el agua que se producen luego de la biodigestión son reutilizados, para enmienda orgánica y para riego y lavado de premisas del tambo, respectivamente. Algunos beneficios de la implementación de este sistema son: reducción de costos, independencia energética, cuidado del ambiente, aumento del valor agregado del producto y mejora de la calidad de vida de los trabajadores (reducción de olores y moscas)⁴⁵.

La empresa evalúa la situación de cada establecimiento lechero y propone soluciones ajustadas a cada caso desde la escala laboratorio. En conjunto con estudiantes que realizan sus trabajos de tesis de la UTEC y de Facultad de Ingeniería (Udelar), Netum da respuesta a esta creciente demanda de los productores lecheros. Un ejemplo, de pequeña escala, es el trabajo realizado con nueve establecimientos lecheros de San José que tienen unas 440 vacas en conjunto. Estos predios, que están ubicados en la misma zona, buscan producir biogás para calentamiento de calderas que se usan en la producción de quesos artesanales. La producción potencial de biogás es equivalente a 57 garrafas de 13 kg de supergás por mes y lleva a una reducción estimada de emisiones de GEI de 563.000 kg CO₂ eq/año. Este proyecto fue apoyado por el Banco Mundial⁴⁶.

⁴² Proyecto Circularidad de Nutrientes: <https://biovalor.gub.uy/circularidad-nutrientes/>.

⁴³ Entrevista realizada a Mauricio Passeggi, 15 de octubre 2020.

⁴⁴ Proyecto Rincón de Albano de Biovalor. <https://biovalor.gub.uy/proyecto/rincon-de-albano/>.

⁴⁵ Guillermo Zinola (Director Ejecutivo de Netum). Comunicación personal.

⁴⁶ Ídem.

Recuadro 2**Caso de éxito: producción de biogás en Rincón de Albano**

Rincón de Albano es un establecimiento lechero ubicado en Villa Rodríguez, departamento de San José. Cuenta con un total de 500 vacas en ordeño asociadas a una sala de 30 órganos, donde se realizan 2 ordeños al día. La producción de leche se remite en su totalidad a CONAPROLE.

La iniciativa apoyada por el proyecto Biovalor consiste en la implementación de un sistema de biodigestión de los efluentes generados para la producción de biogás, el cual es aprovechado para la generación de energía eléctrica.

El lavado del corral de espera y el patio de alimentación se realiza por arrastre por inundación con agua recirculada del sistema de lagunas, mientras que la sala de ordeño se lava con agua fresca. El lavado se realiza dos veces al día luego de cada ordeño, a excepción del patio de alimentación, el cual se lava solo una vez al día. De esta manera, el volumen total de efluentes generados asciende a 65 m³/día.

El sistema cuenta con una primera unidad desarenadora del efluente para la retención de arena y otros sólidos de mayor densidad, y un separador mecánico del tipo prensa extrusora, a través de la cual se separan las fibras más largas del estiércol que son de baja degradabilidad y se podrían acumular en el biodigestor reduciendo su volumen útil. El efluente clarificado ingresa al biodigestor a través de una fosa de calentamiento donde se recircula agua caliente que recupera energía del motogenerador. El biogás generado es conducido por medio de un soplador al sistema de purificación (deshumidificación y desulfurización), para ser luego utilizado en un motogenerador para la generación de energía eléctrica que es consumida en el propio establecimiento y los excedentes inyectados a la red.

El proyecto culminó su fase de prueba y comenzó la operación en octubre de 2019, con una generación media de 240 kWh/día de energía eléctrica.

Fuente: Proyecto Rincón de Albano de Biovalor. <https://biovalor.gub.uy/proyecto/rincon-de-albano/>.

Existen otros nueve proyectos que están en implementación por parte de tambos familiares pequeños (entre 15 y 60 vacas). El biogás producido a partir de biodigestores pequeños se utiliza para iluminación y para calentar agua para la limpieza de las ubres de las vacas, de las instalaciones y las calderas para calentar la leche para producción de quesos. Esto les permite ahorrar la compra de dos garrafas de supergás de 13 kg por semana y disponer de agua caliente en la sala de ordeño⁴⁷.

Estos son ejemplos de éxito, en los cuales la implementación de la producción de biogás en un sistema circular podría ser fácilmente replicado en los tambos restantes (3.400 establecimientos aproximadamente). Existen oportunidades para el desarrollo de varias empresas similares de Netum que den un servicio personalizado y a medida para cada establecimiento lechero.

b) Bioproductos, biomateriales y alimentos

La valorización del suero lácteo puede ser una gran oportunidad para la cadena lechera, de acuerdo a Carlos Sanguinetti. Sin embargo, se identifican obstáculos de logística, pues las procesadoras de leche y productores de queso (donde se genera el suero lácteo) están muy dispersas en el territorio del país. Para enfrentar esta barrera, se requeriría de un "sueroducto" o una forma eficiente de transporte del material; podría ser mediante vagones de tren refrigerados que aprovechen las vías de tren que se están construyendo para la nueva planta de pulpa de celulosa de la empresa UPM. Este sistema permitiría hacer llegar el suero lácteo desde Artigas a San José (de norte a sur) para poder darle valor y disminuir los costos de transporte asociados, considerando la compleja logística de recolectar el suero de los pequeños productores de queso⁴⁸. El suero es el producto de la leche más rico nutricionalmente, pero actualmente en Uruguay se utiliza sin ningún procesamiento para la alimentación de cerdos. Hay muchos productos derivados del suero que el país no está aprovechando, fundamentalmente los que tienen valor cosmecéutico, más que farmacéutico (lo cual implica inversiones en planta y reglamentación mucho más complejas)⁴⁹. Se podría además aprovechar la ventaja de la homogeneidad del suero lácteo de los diferentes productores de quesos uruguayos, que al focalizarse en pocas variedades (muy parecidas entre sí) de quesos, el suero suele ser también parecido en su composición y propiedades⁵⁰.

⁴⁷ Ídem.

⁴⁸ Entrevista realizada a Carlos Sanguinetti, 16 de octubre 2020.

⁴⁹ Ídem.

⁵⁰ Ídem.

En la categoría de bioproductos con valor agregado incremental de según los procesos industriales involucrados, se incluyen: i) **Suero en polvo no higroscópico** (non higroscopic whey powder –NHWP–), ii) **Suero lácteo desmineralizado** (D40WP, desmineralizado al 40% y D90WP, desmineralizado al 90%), iii) **Concentrado de proteína de suero** al 35% WPC35 (whey protein concentrate) o al 80% (WPC80) y permeado en polvo, microparticulado de suero lácteo (MWP); iv) **Proteínas del suero lácteo fraccionadas** (Lactoglobulinas, Lactoalbúminas, Lactoferrina, Lactoperoxidasa, Caseína, Inmunoglobulinas), WPI (aislado de proteínas del suero), WPH (hidrolizado de proteína de suero), y v) **Lactosa y derivados de la lactosa**.

El suero dulce líquido enfriado (puerta de planta) tiene un valor de mercado de USD 9 /ton (Juliano y Muset, 2017). En la medida que se le agregan procesos industriales para, por ejemplo, hacerlo no higroscópico y obtener así el NHWP, el precio por tonelada aumenta a USD 1.200 /ton. Algo similar sucede en la obtención de suero lácteo desmineralizado (DWP), que va de USD 1.400 /ton (D40WP, desmineralizado al 40%) a USD 2.500 /ton (D90WP, desmineralizado al 90%) (Juliano y Muset, 2017). Lo mismo sucede en los procesos siguientes a la desmineralización que son la concentración mediante filtración, obteniendo así un concentrado al 35% (WPC35) con valor de mercado de USD 2.700 /ton y el concentrado en 80% (WPC80) con valor de mercado de USD 9.000 /ton (Juliano y Muset, 2017). Esto implica que el mismo producto (suero lácteo) puede valer muchas veces más si se lo desmineraliza y concentra, en un proceso que es sencillo de implementar.

En Uruguay algunas empresas ya venden suero lácteo desmineralizado y en polvo, que implica el agregado de una etapa más que es el secado apto para poder exportar y mantenerlo a temperatura ambiente. Uruguay produjo en 2019 unas 15.251 ton de suero de queso en polvo, derivando 13.847 ton a la exportación y 1.225 ton al mercado interno (MGAP, 2020). Este lactosuero en polvo se suele utilizar en la industria de alimentos procesados.

Para las empresas que tienen industrializada la vía de aprovechamiento de suero lácteo, se conocen las cantidades de producción y exportaciones de los subproductos, pero hay una gran cantidad de pequeños productores de quesos (que derivan el suero lácteo a alimentación de cerdos) de los que no se conocen los volúmenes exactos de suero lácteo que producen⁵¹. En estos casos, la valorización pasa por realizar inversiones importantes en concentrarlo y secarlo para poder llegar a un producto valioso para la alimentación humana como ingrediente alimentario. Hay muchas industrias en otros países que hacen queso solamente para obtener el suero, que pasa a ser el negocio más importante, a través de la valorización integral de muchos componentes del suero, incluso la obtención de proteínas fraccionadas, lactosa y otros compuestos orientados a alimentos específicos (funcionales, fórmulas infantiles, etc.) (MGAP, 2020). Esto requiere de una caracterización muy detallada de los sueros lácteos que se generan en las diferentes empresas pequeñas.

La empresa Conaprole genera coproductos (productos que comercializa como parte del negocio, además de los productos principales) a partir de la valorización de algunos residuos y subproductos de la propia industria⁵². Produce suero de queso y de manteca con un aprovechamiento del 100%, que culminan en productos para alimentación humana con alta calidad y funcionalidad. Parte del suero del queso se destina a alimentación animal y para mascotas. Para el suero de queso aplican filtración con membranas, desmineralización en dos tecnologías diferentes sumado a evaporación y secado, dependiendo del producto final. La mayor parte se hace por concentración por filtración y secado. En los últimos años, han incorporado desmineralización en función del cliente⁵³. Con respecto a la producción de WPC, tienen equipamiento adecuado para llegar a producir WPC35, WPC80 y WPI. La empresa ha explorado con la desmineralización y concentrado del suero, pero no han explorado con los

⁵¹ Entrevista realizada a Tomás López, 23 de octubre 2020.

⁵² Entrevista realizada a Andrés Pastorino, 17 de noviembre 2020.

⁵³ Ídem.

aislados o fraccionamientos proteicos. El suero altamente desmineralizado (DgoWP) lo exportan seco para fórmulas infantiles. Se podría extraer la lactosa del permeado, pero la cooperativa no ha probado esto, dado que implicaría una inversión aún mayor para explotar la lactosa (del orden de varias decenas de millones de dólares) y un diseño industrial nuevo y específico⁵⁴. Según Andrés Pastorino (Gerente de la División I+D+i de Conaprole), la lactosa no genera un posicionamiento en el mercado muy diferente a lo que se hace con los WPC y DWP en polvo. La escala de producción de Conaprole es suficiente para garantizar la viabilidad de los concentrados de suero lácteo y estos mismos en polvo⁵⁵. Conaprole además ha recibido puntualmente sueros lácteos de otras empresas que generan suero en la producción de quesos⁵⁶.

El tamaño del mercado mundial de proteína de suero lácteo se estimó en USD 8,7 mil millones para el año 2019 y se espera que se expanda a una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) del 9,8% entre el 2020 y el 2027. Este crecimiento de mercado tan importante puede deberse a un aumento de la incidencia de enfermedades crónicas debido a los cambios en los estilos de vida, particularmente en los "millennial", lo que podría ser uno de los factores clave que impulsa la adopción de dietas ricas en proteínas, en particular el WPI⁵⁷.

Suero lácteo microparticulado (MWP). Consiste en un tratamiento térmico y mecánico para desnaturalizar las proteínas del suero y crear partículas similares al tamaño a los glóbulos de grasa de la leche, configurando en un sustituto de grasa perfecto. El MWP se utiliza en quesos procesados bajos en grasas, productos lácteos fermentados y postres lácteos bajos en grasas, bebidas enriquecidas con proteínas, aderezos, salsas y mayonesas, helados y chocolates bajos en grasas, e ingredientes nutracéuticos. En Uruguay esta tecnología no se aplica.

Proteínas de suero lácteo aislado (WPI). El WPI es utilizado como complemento nutricional de deportistas, aumentando la masa muscular, posee aminoácidos esenciales fácilmente asimilables. En Uruguay esta tecnología no se aplica.

Proteínas de suero lácteo hidrolizado (WPH). El WPH exhibe propiedades prebióticas, antimicrobianas, antioxidantes e hipertensivas. Se utiliza para fabricar productos de nutrición infantil, nutrición clínica y nutrición deportiva. El WPH también se utiliza en la fabricación de productos de panadería, productos alimenticios bajos en grasa, bebidas enriquecidas con proteínas y alimentos dietéticos. En Uruguay esta tecnología no se aplica.

Proteínas fraccionadas del suero lácteo. Representan aproximadamente el 12% de los sólidos totales en el suero, presentando propiedades químicas, físicas y funcionales muy adecuadas para ser utilizadas en alimentación, medicina y farmacología. Hay diferentes proteínas en el suero lácteo, siendo la β -lactoglobulina la más abundante con cerca del 50% y sigue la α -lactoalbúmina con 20% de las proteínas solubles del suero. El suero lácteo contiene además otras proteínas como las inmunoglobulinas, seroalbúmina bovina y otras menores como la lactoperoxidasa, lactoferrina, y los glicomacropéptidos (ver cuadro 2) (Juliano y Muset, 2017). En Uruguay esta tecnología no se aplica.

⁵⁴ Ídem.

⁵⁵ Ídem.

⁵⁶ Ídem.

⁵⁷ Estudio de mercado. Whey Protein Market Size, Share & Trends Analysis Report By Type (Whey Protein Isolates, Whey Protein Concentrates, Whey Protein Hydrolysates), By Application, By Region, And Segment Forecasts, 2020 – 2027. Market Analysis Report. Diciembre 2020.

Cuadro 2
Proteínas del suero lácteo y sus aplicaciones

| Proteína del suero lácteo | Propiedades | Usos |
|---------------------------|--|---|
| β-Lactoglobulina | Estabilizantes de espumas | Confitería, panadería, embutidos |
| α-Lactoalbúmina | Propiedades gelificantes | Formulas infantiles y nutracéuticos |
| Seroalbumina bovina | Espumante | Productos como merengue |
| Inmunoglobulinas | Emulsionantes, enlaces con lípidos, afinidad por receptores glicosilados, efecto inmunoregulatorio | Alimentos funcionales |
| Lactoferrina | Actividad antimicrobiana | Farmacéutica |
| Lactoperoxidasa | Efecto bactericida | Fórmulas infantiles |
| Factores de crecimiento | Promotores de utilización del hierro | Aplicaciones nutracéuticas |
| Péptidos bioactivos | Actividad antihipertensiva | Ingredientes bioactivos en suplementos alimentarios |
| Caseinmacropéptidos | Actividad antitrombótica, antienvjecimiento | Cuidado de la piel y salud bucal |

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de Juliano y Muset (2017).

Lactosa. En general al producir el concentrado de suero lácteo (WPC80) se puede obtener lactosa a partir del filtrado. De hecho, para que el proceso de valorización sea rentable es necesario apuntar a estos dos productos en paralelo (Juliano y Muset, 2017). Se puede obtener una lactosa con grado de pureza y calidad farmacéutica, en sales de calcio o de otros minerales. La lactosa de calidad farmacéutica se ha utilizado como excipiente de medicamentos durante más de un siglo. Debido a su versatilidad, es la base de muchas formulaciones farmacológicas exitosas. El INTI de Argentina ha generado una guía muy comprensible con recomendaciones acerca de qué proceso se adapta mejor al perfil de cada empresa (Juliano y Muset, 2017). En Uruguay no se está purificando Lactosa.

En lo que respecta al mercado global, se espera que el mercado de la lactosa de grado farmacéutico registre una tasa compuesta anual de 4,76 % de 2019 a 2025 para alcanzar los USD 278,604 millones⁵⁸.

Derivados de la lactosa. Los derivados de la lactosa son una serie de moléculas que poseen modificaciones de la lactosa obteniéndose otros productos, estos son por ejemplo la galactosa, lactulosa, lactitol, galacto-oligosacáridos (GOS), tagatosa, lactosacarosa, sialil-lactosa y ácido lactobiónico, entre otros. Las industrias de uso final son por ejemplo, farmacéutica, nutrición, salud, alimentos, bebidas y piensos utilizan tanto lactosa como sus derivados en tanto productos semiacabados⁵⁹. En Uruguay no se está aplicando la conversión de la lactosa en derivados de alto valor.

Algunos de los actores clave del mercado de la lactosa y sus derivados son empresas multinacionales: Friesland Foods Domo (Holanda), Solvay S.A., Danisco A/S. (DuPont Nutrition & Health, Dinamarca), Archer Daniels Midland Company (ADM, Estados Unidos), BIOFAC A/S (Dinamarca), MEGGLE Group (Alemania), The TATUA Co-operative Dairy Company Ltd. (Nueva Zelanda), MILEI GmbH (Alemania), Fresenius Kabi AG (Alemania), Davisco Foods International Inc. (Estados Unidos), DMV International Pharma (Holanda), Glanbia Foods Inc (Irlanda), Tatura Milk Industries Ltd (Australia), Arla Foods Inc. (Dinamarca), Fonterra Co-Operative Group (Nueva Zelanda) y Warrnambool Cheese & Butter Factory Company Holdings Limited (Australia), entre otros⁶⁰.

⁵⁸ Estudio de mercado. Global Pharmaceutical grade lactose Market: Information by Type (Crystalline Monohydrate Lactose (α-Lactose monohydrate, β-Lactose) Inhalation Lactose (Sieved, Milled) Granulated Lactose, Spray Dried Lactose, Others) Application (Tablets Manufacturing (Direct Compression, Wet granulation, Dry Granulation) Capsule Manufacturing (Capsules, Sachets, Others) others and Region (Americas, Europe, Asia-Pacific & Middle East & Africa) - Forecast till 2025. Market Research Future Report, julio 2020.

⁵⁹ Estudio de mercado. Lactose and Derivative Market: Global Industry Analysis and Opportunity Assessment 2015 – 2025. Market Research Report. 2014.

⁶⁰ Ídem.

c) Posibles desarrollos innovadores en Uruguay

En cuanto a las oportunidades de interacción entre el sector privado y la academia, existen varias líneas de investigación prometedoras. Por ejemplo, el **hidrolizado de proteínas de suero lácteo** con la finalidad de generar **péptidos bioactivos** con diversas funciones como **antihipertensivos y antioxidantes**. Incluso se pueden obtener emulsiones en las que pueden mezclarse con vitaminas para obtener mayor estabilidad. Algunos de estos estudios se han llevado a cabo en los laboratorios de Tomás López (UTEC y Facultad de Química de Udelar) y Alejandra Medrano (Facultad de Química de Udelar)⁶¹. Existen en el mercado productos cosméticos en base a proteínas del suero lácteo hidrolizadas; las nuevas tendencias de cosmética adaptativa tienen en cuenta este producto entre sus ingredientes (por ejemplo, la empresa española Lesielle). Incluso productos masificados como desodorantes de marcas reconocidas (por ejemplo, Dove de Unilever) tienen un producto que contiene proteínas de suero lácteo hidrolizadas (Dove-Pierre d'alun et beurre de karité). Estos hidrolizados se están usando también en productos nutracéuticos, en el manejo de dietas para los pacientes con fenilcetonuria, ya que hay fracciones del hidrolizado de proteínas del suero lácteo que contienen bajos niveles del aminoácido fenilalanina, y fundamentalmente en suplementos para deportistas y personas de la tercera edad, dada la rápida asimilación de los aminoácidos (Patel, 2015). Desde el punto de vista industrial, la hidrólisis de proteínas del suero lácteo no requiere equipamiento costoso, sino que simplemente implica incubar el WPC con proteasas y tener control de las condiciones de hidrólisis para luego realizar el secado⁶².

Alejandra Medrano de la Facultad de Química (Udelar) lidera una plataforma de estudio y testeo de actividades antioxidantes y antidiabéticas que puede ser usada para cualquier subproducto de la industria láctea o modificaciones de los mismos. Estos son estudios en cultivos celulares e in vitro, y también evalúan la estabilidad de los compuestos en los alimentos finales (panificados, lácteos, etc.). Además, evalúan a nivel de las personas la aceptación del producto y su impacto en la salud⁶³. Para los subproductos de la industria láctea, se trabaja en investigación de las proteínas del suero lácteo y péptidos bioactivos de la hidrólisis de las proteínas del suero lácteo, usando la plataforma tecnológica ya mencionada. Los péptidos que aislaron están caracterizados y tienen funciones antihipertensiva y antioxidante.

Otro ejemplo de investigaciones en este sector, está en la generación de complementos para bebés con agregado de microARNs (que suelen ser ARNs regulatorios)⁶⁴. Se ha observado que hay microARNs en la leche en partículas exosómicas que los mantienen en forma estable (Melnik B.C. y Schmitz G., 2017), con posibles implicancias regulatorias a investigar en la salud del ternero y en los humanos. Es un área de investigación que está en auge pero que sin duda puede revolucionar el sector de fórmulas infantiles, aunque por ahora no hay productos específicos en el mercado.

Otro desarrollo potencial en lácteos es la producción de *Lactobacillus spp.* nacionales con propiedades diferentes a los disponibles comercialmente. El diferencial que hay, por ejemplo en Francia, es que se utilizan mezclas complejas de fermentos lácticos que permiten la producción de una gran variedad de quesos diferentes⁶⁵. Los desarrollos de microbiología para alimentos pueden tener alto potencial. Sin embargo, en Uruguay no hay industrias de producción de fermentos nacionales (como si existen en Argentina y otros países de la región) y, además, la industria láctea tiende a elegir proveedores multinacionales fuera de la región en este tipo de productos.

En un proyecto conjunto de la Universidad ORT, el CBI+I, la Fundación Latitud y la Facultad de Veterinaria de la Udelar, se está trabajando en el desarrollo de sistemas enzimáticos que eliminen los antibióticos presentes en la leche⁶⁶. De hecho, la ANII apoyó un proyecto de investigación sobre

⁶¹ Entrevista realizada a Tomás López, 23 de octubre 2020.

⁶² Entrevista realizada a Alejandra Medrano, 29 de octubre 2020.

⁶³ Ídem.

⁶⁴ Entrevista realizada a Carlos Sanguinetti, 16 de octubre 2020.

⁶⁵ Ídem.

⁶⁶ Ídem.

soluciones biotecnológicas para la mitigación de residuos de antibióticos en la leche, que ha culminado este año⁶⁷. El CBI+I es un ámbito propicio para promover la generación de experiencias de I+D en fase piloto en valorización de residuos, subproductos y generación de soluciones biotecnológicas.

La UTEC y la cátedra de Microbiología de la Facultad de Química (Udelar) están trabajando en el aislamiento de cepas de bacterias ácido lácticas a partir de los queseros de leche cruda, capaces de ser usadas en procesos de fermentación y se mantienen viables durante el proceso industrial⁶⁸. La idea es generar fermentos nuevos y dotar luego a las instituciones para que puedan proveer de los fermentos reproducibles y seguros a los pequeños productores. Otro proyecto que están trabajando en la UTEC de La Paz (Colonia) es con glicomacropéptidos, que es la fracción de la caseína que corta la quimosina y queda en el suero lácteo en el momento de la cuajada para producción del queso. Tiene propiedades nutricionales y se puede modificar, estudiando sus propiedades físicas específicas (por ejemplo, para generar espuma para capuccino)⁶⁹.

La UTEC de La Paz está dotándose con equipos para desarrollos de tipo piloto en la industria láctea y posee, a pesar de su muy reciente creación, una serie de proyectos con la industria ubicada en la cuenca lechera (Canelones, Colonia y San José). La UTEC trabajó durante 2014-2015 en cálculos de volúmenes de suero lácteo de las empresas (grandes, medianas y pequeñas), los costos de transporte en refrigeración, la calidad del suero lácteo, entre otros aspectos. Se estima que la solución más eficiente para el transporte es a través de un concentrado, lo que equivale a tener nodos de concentración del suero lácteo⁷⁰.

A partir de las consultas con distintos actores de la academia vinculada a estas innovaciones, se identifica la necesidad de crear un Centro Tecnológico Lácteo. Se estima que la inversión podría alcanzar los USD 5 millones solo en equipamiento y esta sería la principal barrera para su implementación⁷¹. La Hoja de Ruta del Sector Lácteo que fue impulsada por Transforma Uruguay incluyó la creación del Centro Tecnológico Lácteo dentro de los proyectos priorizados en el sector, pero no se culminó el diseño principalmente por falta del financiamiento necesario por parte del sector público y privado. Un ejemplo muy interesante a nivel global de un Centro Tecnológico Lácteo está en Lugo, España. Además, el Aula de Productos Lácteos y Tecnologías Alimentarias (APLTA) es una Plataforma Tecnológica Mixta de la Red de Infraestructuras de Apoyo a la Investigación y el Desarrollo Tecnológico (RIAIDT) perteneciente a la Universidad de Santiago de Compostela. La misión del APTLA es proporcionar formación especializada y servicios tecnológicos avanzados a empresas y entidades del sector lácteo y alimentario. Para esto el APTLA cuenta con una planta piloto semi-industrial, que se encuentra entre las más completas de España a nivel de equipamiento, y con un personal altamente calificado, multidisciplinar y con experiencia⁷².

En Uruguay, en noviembre de 2019 se creó un fondo que busca financiar proyectos de innovación que aporten soluciones a problemas de competitividad que enfrenta el sector, ya sea en sus productos, procesos, servicios o reestructura organizacional. El Fondo surge del trabajo conjunto entre ANII, LATU, INALE e INIA, con la articulación de Transforma Uruguay⁷³.

Uruguay tiene capacidades de investigación en el sector lácteo. Como se muestra en el recuadro 3, el sector de I+D en alimentos está bastante consolidado.

⁶⁷ https://www.anii.org.uy/proyectos/POS_FSA_2018_1_1008118/-residuos-de-antibioticos-en-leche-soluciones-biotecnologicas-para-su-mitigacion/.

⁶⁸ Entrevista realizada a Tomás López, 23 de octubre 2020.

⁶⁹ Ídem.

⁷⁰ Ídem.

⁷¹ Ídem.

⁷² <http://www.aplta.es/index.php/ES/>.

⁷³ <https://www.anii.org.uy/noticias/123/anii-latitud-inale-e-inia-lanzan-fondo-para-financiar-proyectos-de-innovacion-en-el-sector-lacteo/>.

Recuadro 3**Estado de situación de la investigación en el sector de alimentos en Uruguay**

Los grupos de investigación en alimentos se centran en diferentes áreas tecnológicas. Más de la mitad de los grupos de investigación (56%) se enfocan en diversos aspectos de los alimentos procesados, el 34% de los grupos de investigación trabaja en la búsqueda de ingredientes alimentarios y validación de sus propiedades, el 6% está focalizado en el sector lácteo y un 4,5% de los grupos en la detección de organismos genéticamente modificados en diferentes matrices alimentarias. Por ejemplo, hay 9 grupos que están en la búsqueda y caracterización de nuevas enzimas con aplicación industrial. La sustitución de sustancias químicas por enzimas ofrece a la industria la posibilidad de cumplir con la necesidad creciente de que sus productos sean más seguros en su consumo y tengan la etiqueta de alimentos "limpios".

En lo que respecta a las principales líneas de investigación, de los 68 grupos de investigación, el 55% está investigando en composición y calidad de los alimentos, 12 grupos están focalizando sus investigaciones en el área de los alimentos funcionales, y el resto en el desarrollo de nuevos procesos alimentarios y/o en la mejora de procesos ya existentes.

Es importante destacar que la mayoría de los grupos son capaces de investigar en diferentes puntos de la cadena, desde la evaluación y caracterización de la materia prima hasta la obtención de un producto con características diferenciales.

Fuente: Uruguay XXI y PEDECIBA (2018b)

C. Sectores biotecnológicos transversales

1. Empresas existentes en los sectores biotecnológicos transversales para la ganadería

Los dos sectores transversales analizados, genómica y vacunas veterinarias, son relevantes desde el punto de vista de los objetivos de trazabilidad y sostenibilidad del sector ganadero. Además, se han desarrollado inicialmente a través de empresas nacionales pequeñas que han crecido y, en algunos casos, han sido adquiridas por empresas multinacionales.

En el área de genómica se evidencia una convergencia de varios aspectos, la innovación abierta aplicada al uso de *big data* derivada de la secuenciación masiva y a la trazabilidad del ganado para lograr carnes de óptima calidad.

En esta área trabaja la empresa Genia, creada en 1993 como empresa de diagnóstico mediante técnicas de ADN (diagnóstico molecular) en humanos, se ha diversificado en los últimos años incluyendo una sección Genia Agro que se dedica al diagnóstico animal y genómica ganadera. La empresa fue adquirida a fines del 2019 por DASA, una empresa grande de diagnósticos de Brasil. La sección de Genia Agro, sin embargo, no fue parte de esta adquisición y pasó a llamarse Genexa, permaneciendo con la sección de genómica animal⁷⁴.

Hay claramente un gran potencial de desarrollo de empresas en este sector transversal, que pueden tener la modalidad de *start ups* de Universidades e Institutos, ya que requieren de recursos humanos con formación en bioinformática y genómica. Estos programas de mejoramiento están en fase piloto y tienen potencial para ser escalados, lo que requerirá de **servicios de genotipado** con alta capacidad de procesamiento de datos. El descenso en costos de genotipado, que hoy en día rondan los USD 25 por animal, permitiría escalar esta tecnología a casi todos los cabañeros y productores de ganado.

En el área de **vacunas veterinarias**, Uruguay posee una larga historia de desarrollo de empresas nacionales e internacionales de biotecnología aplicada al sector ganadero. Se destacan tres empresas pioneras con gran impacto en las exportaciones de vacunas veterinarias a partir del año 1994, observándose un crecimiento muy acelerado de los años 2005 al 2009 que llevó a alcanzar un valor de USD 8 millones (Pittaluga y Snoeck, 2012).

⁷⁴ <https://www.genexa.com.uy/inicio>.

Las dos empresas que eran de capitales nacionales fueron adquiridas por multinacionales del sector de salud animal. Laboratorios Santa Elena fue la primera en ser adquirida por la empresa Virbac de Francia. Esta empresa fue fundada en 1957 en Montevideo, teniendo como principal objetivo la elaboración, distribución y exportación de productos destinados a la sanidad animal, así como también el desarrollo e implementación de biotecnologías de última generación. Desde sus comienzos, la empresa desarrolló su propia tecnología siendo la empresa pionera en este sector. Generaba vacunas contra enfermedades tales como Brucelosis, New Castle, Rabia Canina, Fiebre Aftosa, Peste Porcina, siendo un referente no solo dentro de Uruguay sino también para países de la región. En el año 2010, Virbac compra el 30% de las acciones y en el 2013 compra el 100%. Actualmente Virbac tiene ingresos por USD 1,13 b (año 2019), 51% corresponde al mercado de animales de compañía y 49% al ganado, 4.900 empleados y plantas de producción en 10 países⁷⁵.

Otra empresa que pasó a manos de una multinacional fue Prondil S.A., fundada en 1992 por técnicos y veterinarios escindidos de la multinacional Cooper que se retira de Uruguay en 1991. En el año 2017, Prondil fue adquirida por MSD Animal Health. La empresa se dedica especialmente a vacunas bacterianas para el ganado (contra la clostridiosis) que exporta a 20 países. La planta de producción está ubicada en Montevideo.

La empresa Merial SA (parte del grupo francés SANOFI) abrió sus actividades en Uruguay en 1990 y cerró su planta de producción de vacunas y productos veterinarios en el año 2016 ante la caída de las ventas regionales de vacunas. Bajaron sus ventas a Brasil de 40 millones de dosis a 10 millones, además de haber perdido importantes negocios con Venezuela, país que había decretado el estado de emergencia económica⁷⁶. Es una de las tres empresas que impactaron fuertemente en el boom de exportaciones del período 2005-2009 (Pittaluga y Snoeck, 2012).

Laboratorios Microsules Uruguay se dedica a producción de medicamentos de uso veterinario y de limpieza y desinfección, es una empresa que inicia recientemente la producción de vacunas veterinarias (a partir del 2013). La empresa ubicada cerca de Pando, Canelones, fue fundada hace más de 30 años con capitales nacionales y de estructura familiar. También cuenta con una creciente línea de productos para la agricultura, así como una nueva línea de Higiene Ambiental. Desarrolla y fabrica aerosoles domisanitarios y un extenso portfolio de insecticidas. Posee una planta de vacunas bacterianas de 3.000 m².

A su vez, hay que destacar una *start up* de la incubadora Khem, Benten Biotech, que da servicios de investigación y desarrollo (CRO del inglés Contract Research Organization) a empresas de producción de vacunas veterinarias en Uruguay, pero fundamentalmente de otros países de América Latina, Europa y Medio Oriente⁷⁷. La empresa fue ganadora en el 2018 del premio NOVA de la ANII. Este modelo de CRO es sumamente exitoso; genera transferencias de tecnologías llave en mano para la producción de vacunas veterinarias de diverso tipo, requiere instalaciones de laboratorio y equipamiento muy básicos y accesibles y poseen un buen modelo de negocios abriéndose al mundo que les permite crecer rápidamente.

2. Innovaciones biotecnológicas en los sectores transversales

a) Genómica

La empresa Genexa brinda servicios de diagnóstico y genética animal en bovinos que incluyen:

- Identificación genética individual y análisis de parentesco en bovinos de todas las razas por ADN a través de marcadores microsatélites y polimorfismos nucleotídicos únicos (o SNPs en inglés). Herramienta utilizada para resolución de casos de abigeato y trazabilidad individual.

⁷⁵ <https://corporate.virbac.com/annual-report.html>.

⁷⁶ la diaria (28 enero, 2016), "Duele el pinchazo". <https://ladiaria.com.uy/articulo/2016/1/duele-el-pinchazo/>.

⁷⁷ <https://eurosurnews.com/la-promesa-de-la-biotecnologia-en-uruguay/>.

- Sanidad Animal, determinación de campylobacteriosis bovina (*Campylobacter fetus* spp), tricomonosis, Rinotraqueitis Infecciosa Bovina (IBR), Leucosis Enzootica Bovina (LEB), lengua azul y *Neospora caninum*, entre otras enfermedades.
- Determinación de mocho y astado y de enfermedades hereditarias en la raza Hereford.
- Determinación de enfermedades hereditarias en la raza Aberdeen Angus.
- Detección de Pompe en la raza Brangus.
- La tipificación de Beta-Caseína (A2/A2) en ganado lechero de las razas Holando, Jersey y Normanda.
- Servicios de diagnóstico para equinos, ovinos, la industria aviar y mascotas.

El mejoramiento genómico ha dado excelentes resultados en lechería en los Estados Unidos, pero en Uruguay no se han logrado grandes avances en esta área. Aquí se utiliza la tecnología de arrays. Por ejemplo, la leche A2 que contiene beta caseína, que se comercializa de forma corriente en Nueva Zelanda, es una leche menos pesada que se puede vender un 30-40 % más cara que la leche común. Es muy sencillo de detectar porque es un solo polimorfismo; las vacas homocigotas A2 producen sólo beta caseína, pero en Uruguay se mezcla toda la leche sin separación de la A2⁷⁸. Esta separación de vacas A2 ha tenido éxito en otros países, ya que se puede vender en polvo y exportar porque hay un mercado específico exigente para este tipo de leche diferencial. Por ejemplo, la empresa A2 Milk Company, fue fundada en Nueva Zelanda en el año 2000, y actualmente tiene plantas de producción en los Estados Unidos, Australia, Hong Kong y China. Comercializa solamente leche líquida y en polvo de tipo A2⁷⁹.

Otra evaluación genética sencilla de hacer es determinar que el ganado tenga cuernos o no; las vacas y toros mochos (sin cuernos) es una característica genética dominante. La ventaja que tiene para el productor es que no sería necesario cortarles los cuernos en la yerra, evitando posibles infecciones. Pero esta característica no suele ser prioritaria para los cabañeros.

Por otra parte, se identifica otra oportunidad en el hecho de que, actualmente, la trazabilidad individual del ganado no llega hasta la mesa del consumidor porque "se pierde" en el frigorífico. Por ejemplo, en el momento de colocar la caravana de trazabilidad se puede guardar el pedazo de cartilago de la oreja para ser analizado por **genotipado** en el momento o a posteriori⁸⁰. Este tipo de genotipado sistemático no es aún rentable. Sin embargo, podría ser muy relevante para garantizar el origen de la carne kosher para el mercado de Israel que resulta muy importante para Uruguay⁸¹. Otra ventaja es que podría contribuir a evitar el abigeato y el fraude en casos de poner el ganado en forma de garantías para avales bancarios; esto implica proteger la información genética en procesos del tipo *blockchain*⁸².

La selección genómica, aunque actualmente no se está implementando a gran escala, tiene un gran potencial, principalmente en características como la terneza de la carne y la eficiencia de conversión. Dado que están bajando los precios del genotipado, la selección genómica se está haciendo en hembras y podría llegar a ser más accesible⁸³.

Por otro lado, hay esfuerzos desde la academia y las Sociedades de Criaderos de diferentes razas de ganado vacuno en generar programas de **mejoramiento de razas** para generar soluciones en el sector.

La información de genética bovina esta centralizada y disponible a todos los cabañeros y productores en una página web que es manejada por el INIA y la Asociación Rural del Uruguay (geneticabovina.com.uy).

⁷⁸ Entrevista realizada a Carlos Azambuja, 16 de octubre 2020.

⁷⁹ <https://thea2milkcompany.com/>.

⁸⁰ Entrevista realizada a Carlos Azambuja, 16 de octubre 2020.

⁸¹ Ídem.

⁸² Ídem.

⁸³ Ídem.

Allí aparecen datos recabados de caracterizaciones genéticas previa a la era de la genómica (que empezó a recabar datos de genómica en el 2016), tanto para Hereford, Angus y Braford. Conocer la genética permite acelerar los procesos de mejoramiento genético, con la genómica hay un antes y un después. Además, hay bases de datos de genética internacionales para Hereford que incluyen otros países (Uruguay, Canadá, Estados Unidos, Argentina) y con las cuales se pueden comparar datos⁸⁴. En el caso de Holanda existe esa comparación internacional de la genética y genómica (últimamente) desde hace más de 20 años a través de una organización sueca (Interbull) y que Uruguay participa desde hace 5 años.

La genómica además permite trabajar en características de difícil medición, tales como **eficiencia de conversión, reducción de emisiones de metano, incidencia de enfermedades monogénicas y multigénicas, y tolerancia a estrés calórico**. Lo previo a estos estudios es generar poblaciones de entrenamiento, es decir tener animales de los cuales se recoge la información del fenotipo que se quiere medir y además se dispone la información genómica de esos animales. A partir de esto se pueden generar herramientas que sean comprensibles para todo el sector que quiera hacer mejoramiento genético⁸⁵.

En la raza Hereford fue donde se empezó primero y de hecho es donde ya hay datos y aplicaciones (mérito genético de los animales) disponibles para los cabañeros. En el 2017 se empezó a aplicar el mérito genético para la eficiencia de conversión. Se está trabajando en la adopción de la tecnología por parte de los cabañeros. En la raza Angus, se está recién empezando con la primera fase que es la formación de la población de entrenamiento (trabajo que se hace en conjunto con la Sociedad Angus Uruguay)⁸⁶. En Holanda ya se tiene su población de entrenamiento ya genotipada y están muy próximos en generar las estimaciones de mérito genético (hay unos 2.500 animales genotipados)⁸⁷.

En concreto, la Sociedad de Criadores de Hereford del Uruguay (SCHU) ha realizado una serie de estudios en su estación experimental (Central de Pruebas Kiyú de San José), que apuntaron a tener una mejor información genética de la raza midiendo la eficiencia de conversión del alimento y la calidad del canal (animal procesado en frigorífico). El estudio hizo un uso integrado de los sistemas de información ganadera como la trazabilidad individual, cajas negras y herramientas genómicas (MGAP, 2017).

En un nuevo proyecto en curso para Hereford, se está evaluando la genómica del animal con la metagenómica de la microbiota ruminal e intestinal, esto es en colaboración entre el INIA, IIBCE y el IPMont⁸⁸. Un proyecto similar se está empezando a trabajar en ganado lechero.

Para estos estudios hay expertos en la academia en la Facultad de Agronomía y Facultad de Veterinaria de la Udelar, IPMont, INIA, IIBCE. En Uruguay hay fuertes capacidades de investigación en genómica y bioinformática. En un informe de relevamiento de las capacidades en el sector agrobiotecnológico se encontró 11 grupos de investigación que trabajan específicamente en temas de mejoramiento animal, algunos de ellos aplican herramientas avanzadas de genómica y bioinformática (Uy XXI y PEDECIBA, 2018a).

Las investigaciones en genómica y bioinformática se hace en forma muy colaborativa no sólo con instituciones dentro del país sino internacionales (Universidad de Florida de Estados Unidos, Teagasc de Irlanda, la Universidad de Wisconsin de Estados Unidos, INRA de Francia). El INIA por ejemplo, participa en un proyecto europeo con el acrónimo SMARTER (un proyecto de mejora genética de ovinos para la resiliencia y eficiencia), liderado por INRA (Francia) que incluyen instituciones de Nueva Zelanda, Reino Unido, Noruega, Grecia, Italia, China, Rumania, Hungría y Suiza.

⁸⁴ Ídem.

⁸⁵ Ídem.

⁸⁶ Ídem.

⁸⁷ Ídem.

⁸⁸ Ídem.

La generalización del genotipado podría generar un sello de calidad o de diferencial país. Hay coincidencias en que un centro tecnológico de genómica junto a una pujante actividad empresarial que impulse el genotipado del ganado uruguayo podría ser muy positivo⁸⁹. Por ejemplo, algunos países como Australia están yendo hacia un genotipado generalizado.

Esta iniciativa de Centro o Hub empresarial-público, podría además ser regional, la ventaja que tiene Uruguay es la facilidad de la entrada de muestras biológicas para diagnóstico. Había un mecanismo que estaba muy obstaculizado, y que fue destrabado lo que da un diferencial a Uruguay respecto a todos los países de la región⁹⁰. Esto fue un procedimiento a propuesta de Uruguay XXI de manera que no sea un motivo para desalentar a empresas que quieren invertir en Uruguay en este sector de diagnóstico médico, animal o vegetal. Se podría decir que es una política pública que quita burocracia alentando la actividad empresarial. Sigue habiendo obstáculos importantes en por ejemplo el acceso a equipamiento que tienen una vida útil muy corta, no termina siendo un bien patrimonial ya que a los 3 o 4 años ya son obsoletos y tienen que cambiarse⁹¹. Habría entonces que disponer de algún sistema de exoneración de impuestos para la importación de este tipo de equipamiento.

b) Vacunas veterinarias

En el sector de vacunas veterinarias al tener un inicio anterior se ha visto un desarrollo mucho mayor, con un desarrollo empresarial sólido y un desarrollo académico que en general ha colaborado con la industria. La lista de productos desarrollados y producidos en Uruguay es muy extensa, actualmente se producen cerca de 50 vacunas diferentes, con un desarrollo muy claro de las vacunas clostridiales hechas mediante el método de inactivación de las bacterias (ver cuadro 3).

Hay nuevas tendencias en el mercado de las vacunas veterinarias, que implican la generación de vacunas recombinantes, o sea haciendo la producción de una proteína antigénica en forma recombinante y exponiéndola ya sea sola o en un vector de vacuna para lograr una mayor potencia antigénica. Hay un ejemplo de desarrollo de una vacuna recombinante llevada a cabo por las empresas Celsius y Virbac, en colaboración con la Facultad de Ciencias de la Udelar. El proyecto denominado "Desarrollo de una nueva generación de vacunas contra la neumonía bovina mediante la adición de antígenos recombinantes y purificados" fue financiado por la ANII, se inició en el 2014 y finalizó en el 2017, con una transferencia de resultados exitosa a las empresas⁹². La idea es que la empresa Celsius puede suministrar de proteínas recombinantes en grandes cantidades gracias a su capacidad de producción de proteínas recombinantes de gran escala y que Virbac puede formularlas en forma de vacuna. Este proceso de desarrollo lleva tiempo ya que posterior al proyecto de I+D es necesario realizar las pruebas de ensayos en animales para evaluar eficiencia en un gran número de bovinos. Otros ejemplos similares implican la búsqueda de métodos de purificación de antígenos (toxinas) clostridiales en un proyecto del 2010 financiado por ANII denominado "Desarrollo de métodos cromatográficos a medida para el **mejoramiento de bioprocesos**: purificación de toxoide épsilon de *Clostridium welchii d* para la preparación de vacunas veterinarias." Proyecto puesto en práctica entre la Universidad ORT y Virbac⁹³.

⁸⁹ Entrevista realizada a Carlos Azambuja, 16 de octubre 2020 y a Elly Navajas, 13 de octubre 2020.

⁹⁰ Entrevista realizada a Carlos Azambuja, 16 de octubre 2020.

⁹¹ Ídem.

⁹² https://www.anii.org.uy/proyectos/ALI_2_2013_1_4783/desarrollo-de-una-nueva-generacion-de-vacunas-contra-la-neumonia-bovina-mediante-la-adicion-de-antigenos-recombinantes-y-purificados/.

⁹³ <https://fi.ort.edu.uy/4905/33/desarrollo-de-metodos-cromatograficos-a-medida-para-el-mejoramiento-de-bioprocesos.html>.

Cuadro 3
Vacunas veterinarias producidas en Uruguay para ganado bovino

| Producto | Enfermedad | Empresa |
|---|----------------------------------|-----------------------------|
| BRUCELOSAN 51 | Brucelosis | Virbac |
| CARBUSAN | Carbunclo | Virbac |
| CLOSTRISAN, CLOSTRISAN 11, CLOSTRISAN 9+T (vacuna para la prevención de las Clostridiosis), CLOSTRISAN P (vacuna para Clostridiosis en bovinos) | Clostridiosis | Virbac |
| PRONDIBOT, PRONDICLOS, PRONDICLOS 10, PRONDICLOS B (Polyclostridial vaccine), PRONDICLOS P MAX (Clostridial – Pasteurella), PRONDICLOS PLUS (Polyclostridial vaccine), PRONDIVAX BLACKQUARTER, PRONDIVAX MULTICLOSTRIDIAL 8, etc. | Clostridiosis | Prondil (MSD Animal Health) |
| VAC-SULES CLOSFORTE 12, VAC-SULES CLOSTRIDIAL 10B, VAC-SULES CLOSTRIDIAL B, VAC-SULES CLOSTRIDIAL H, VAC-SULES MANCHA Y GANGRENA, etc. | Clostridiosis | Microsules |
| PRONDIPAST | Pasteurella | Prondil (MSD Animal Health) |
| PRONDISTAR, PRONDITHRAX | Anthrax | Prondil (MSD Animal Health) |
| VAC-SULES BOTULISMO-ANTHRAX | Anthrax | Microsules |
| BOVISAN BREED 13, BOVISAN LEPTO 8, BOVISAN TOTAL Se (vacuna reproductiva) | Leptospira | Virbac |
| NEUMOSAN | Neumonías y diarreas bacterianas | Virbac |
| PRONDIVAC TRIPLE BACTERINA | Neumonías y diarreas bacterianas | Prondil (MSD Animal Health) |
| VAC-SULES NEUMOENTERITIS | Neumonías y diarreas bacterianas | Microsules |
| TETANIC | Tétanos | Virbac |

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de los catálogos de productos de las diferentes empresas de producción de vacunas veterinarias instaladas en Uruguay.

También la Universidad ORT ha trabajado un problema de los bancos celulares para la producción de vacunas veterinarias en cooperación con la empresa Virbac, se trata del proyecto "Generación de una estrategia para la detección de virus adventicios en bancos celulares de producción de vacunas veterinarias"⁹⁴.

El IPMont ha creado junto con el INIA una Unidad Mixta en salud animal, y desde allí se presentaron varias propuestas de investigación e innovación en diversas enfermedades y con diferentes actores empresariales. Un ejemplo es el proyecto ANII del año 2015 y que duró tres años y medio: "Creación y caracterización de un banco de cepas de *Leptospira spp.* Aisladas de casos de leptospirosis bovina en Uruguay". El proyecto tuvo la finalidad de generar un banco de cepas más prevalentes de *Leptospira* en Uruguay, con la finalidad de afinar herramientas diagnósticas y de vacunas en el futuro. Participaron en este proyecto el IPMont, el INIA, y las tres empresas de vacunas veterinarias del país: Virbac, Prondil (hoy MSD Animal Health) y Microsules. De hecho, este proyecto se continuó con un Fondo Sectorial de Salud Animal (de la ANII, proyecto en curso, del 2019 al 2022) titulado "Estudios de virulencia y patogenicidad de aislamientos autóctonos de *Leptospira spp.*: definición de antígenos bacterianos para la formulación de vacunas de uso veterinario", donde se trabajó en base a un cepario de 60 cepas de *Leptospira spp.* obtenidas durante el proyecto ANII mencionado anteriormente. Solamente dos de estas 60 cepas caracterizadas están presentes en las vacunas que se comercializan hoy en día en Uruguay, por lo tanto, hay mucho para avanzar en la calidad y especificidad de las vacunas contra la Leptospirosis⁹⁵.

⁹⁴ <https://fi.ort.edu.uy/43337/33/generacion-de-una-estrategia-para-la-deteccion-de-virus-adventicios-en-bancos-celulares-de-produccion-de-vacunas-veterinarias.html>.

⁹⁵ https://www.anii.org.uy/proyectos/FSA_1_2018_1_152689/estudios-de-virulencia-y-patogenicidad-de-aislamientos-autoctonos-de-leptospira-spp-definicion-de-antigenos-bacterianos-para-la-formulacion-de-vacunas-de-uso-veterinaria/.

Finalmente, se mencionan los avances en el Virus de la Leucemia Bovina, varios proyectos desde el IPMont y en colaboración con el INIA y empresas de diagnóstico como ATGen. Un proyecto del Fondo Sectorial de Salud Animal de la ANII titulado "Identificación de marcadores moleculares asociados con la resistencia a la infección por el virus de la Leucosis Bovina (que afecta al ganado lechero) mediante análisis transcriptómico de individuos controladores de la carga viral". Este proyecto derivó luego en uno que está finalizando ahora (2017-2020) en colaboración con ATGen titulado "Desarrollo y validación de un kit para el diagnóstico serológico de la Leucosis Enzoótica Bovina"⁹⁶.

También en el IPMont se ha trabajado junto a la empresa Biogénesis Bagó en un proyecto titulado "Diseño y producción de nuevas variantes de la hormona folículo estimulante (FSH) para su empleo en especies de interés productivo", para generar esta hormona en forma recombinante⁹⁷. Esta estrategia podría utilizarse para otras hormonas proteicas.

Además, se destaca que el laboratorio de investigación dirigido por Alejandro Chabalgoity (Depto. De Desarrollo Biotecnológico, Instituto de Higiene Facultad de Medicina, Udelar) tiene colaboraciones estables con las áreas de I+D de empresas productoras de vacunas veterinarias como Prondil y Biogenesis Bagó de Argentina.

En temas de adyuvantes de vacunas, el laboratorio de Fernando Ferreira (Facultad de Química–Udelar/Departamento de Química Orgánica) ha trabajado estrechamente con la empresa Santa Elena (actualmente Virbac) en el licenciamiento de una patente acerca de un nuevo adyuvante derivado de una saponina vegetal que es gran potenciador de la actividad inmunogénica de las vacunas veterinarias. La patente fue concedida en Estados Unidos, Chile, Australia, Europa, Argentina (aún en trámite), pero la empresa Virbac se retiró del contrato por desinterés en seguir la vía de explotación comercial.

El CBI+I, tiene un proyecto para la sustitución de garrapaticidas químicos, mediante una vacuna basada en proteínas recombinantes (tres antígenos) contra la garrapata, con un productor rural donde ya se encuentran en fase de experimentación en vacas. Hay varias cepas de garrapatas en Uruguay, la selección de los antígenos para las vacunas se hizo contemplando esta variabilidad de las garrapatas⁹⁸. Hay gran interés en generar vacunas recombinantes contra el botulismo (una de las vacunas clostridiales) y en eso los laboratorios académicos han generado ya propuestas que están siendo probadas por las empresas. El problema principal de las vacunas clostridiales existentes es que están basadas en la inactivación de bacterias, cuyo cultivo en fermentadores es muy poco reproducible⁹⁹.

Hay una gran cantidad de trabajos científicos y proyectos sin colaboración con empresas que no se detallan aquí porque están relativamente alejados de la aplicación industrial, pero que son una fuerte base de conocimiento en este sector. Un informe de relevamiento de las capacidades en el sector agrobiotecnológico encontró 26 grupos de investigación que trabajan específicamente en temas de biotecnología aplicadas a la sanidad animal (Uy XXI y PEDECIBA, 2018a).

⁹⁶ https://www.anii.org.uy/proyectos/ALI_1_2016_2_129851/desarrollo-y-validacion-de-un-kit-para-el-diagnostico-serologico-de-la-leucosis-enzootica-bovina/.

⁹⁷ https://www.anii.org.uy/proyectos/ALI_1_2015_1_5084/disenio-y-produccion-de-nuevas-variantes-de-la-hormona-foliculo-estimulante-fsh-para-su-empleo-en-especies-de-interes-productivo/.

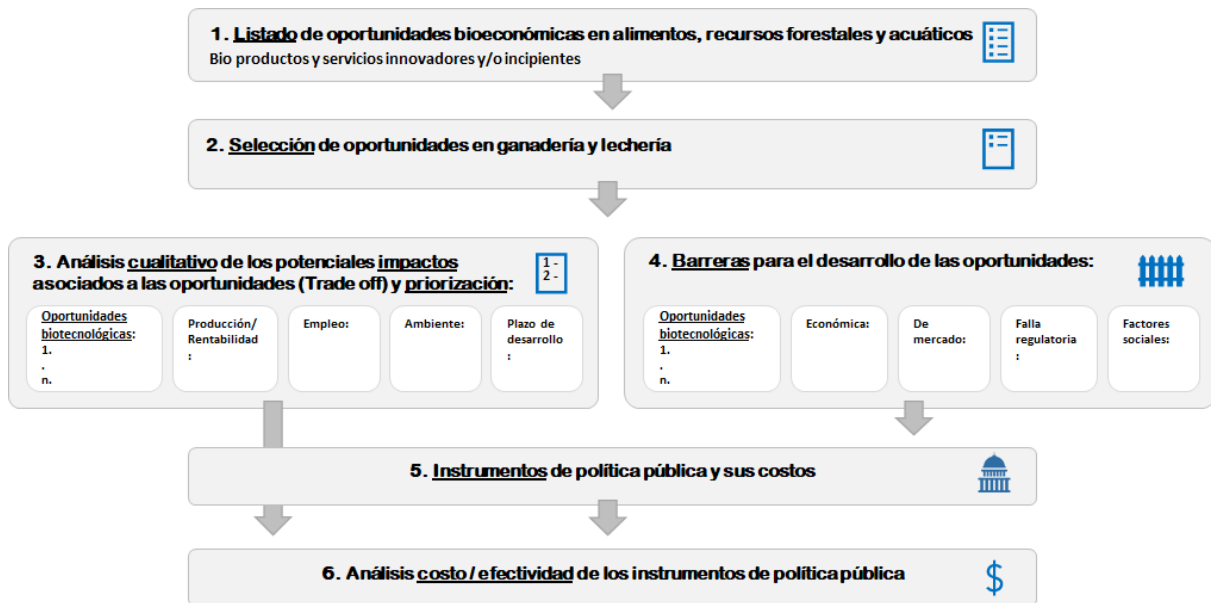
⁹⁸ Entrevista realizada a Carlos Sanguinetti, 16 de octubre 2020.

⁹⁹ Ídem.

III. Metodología para la priorización y evaluación de oportunidades

En el diagrama 6 se presentan los pasos para la identificación, priorización y evaluación de oportunidades para el desarrollo de la bioeconomía en las cadenas cárnica y láctea, a partir de la aplicación de la biotecnología en la valorización de subproductos y en los sectores transversales que apoyan esas cadenas.

Diagrama 6
Metodología de trabajo



Fuente: Elaboración propia (Borges, M., 2020).

A. Listado de oportunidades bioeconómicas

En primer lugar, se elaboró un listado preliminar de los bio productos o servicios que se pueden desarrollar a partir de los complejos productivos priorizados en la propuesta de Estrategia de Bioeconomía, con énfasis en alimentos y bebidas, recursos biológicos acuáticos y recursos forestales. Se identificaron más de 100 actividades. Se distinguió entre aquellas actividades basadas en recursos biológicos que ya se vienen desarrollando y aquellas más incipientes o innovadoras. A su vez, dentro de las actividades innovadoras se incluyeron productos similares a los producidos que incorporan un diferencial ambiental, por ejemplo, la carne orgánica o la leche producida con un sistema de circularidad de nutrientes en los tambos. Se vinculó cada actividad con las industrias que se detallan en la CIIU (Clasificación Internacional Industrial Uniforme) Rev. 4, lo cual constituye un insumo para medir la participación de la bioeconomía en el PIB.

Para construir el primer listado de actividades bioeconómicas se tomaron como referencia la propuesta de Estrategia de Bioeconomía (en cuyo proceso de discusión ya se habían identificado varias oportunidades a partir de otras iniciativas y de talleres participativos), y las oportunidades identificadas en el capítulo II. Otras fuentes importantes de datos fueron: el proyecto Biovalor¹⁰⁰, el Plan de Acción de Economía Circular (Transforma Uruguay, 2019), el Plan para la atracción de IED en agroalimentos (Uruguay XXI, 2019), el Plan estratégico del conglomerado de oleaginosos (OPP, 2013), las Hojas de Ruta Sectoriales de Transforma Uruguay¹⁰¹ y de Pitalluga (2020b). Además de la revisión de documentos, se realizaron consultas a personas que estuvieron o están directamente involucradas en proyectos de relevancia para este trabajo. Es importante destacar que no se trata de una lista exhaustiva¹⁰².

B. Selección de oportunidades en ganadería y lechería

Dado que el universo de oportunidades identificadas en el punto anterior fue muy grande, se decidió aplicar un primer filtro y tomar en cuenta solamente los nuevos bio productos y servicios que podrían obtenerse a partir de las cadenas cárnica y láctea. Esta decisión se basó en la importancia que tienen esos sectores en la economía uruguaya, ya sea medido a través de su contribución directa e indirecta al PIB, a las exportaciones y al empleo (ASDF, 2020).

Las oportunidades identificadas están basadas fundamentalmente en la valorización de residuos y subproductos de los sectores mencionados, aunque también se analizaron otras actividades relacionadas a estas cadenas como la genómica y genética animal, o vinculadas al rediseño de la actividad (por ejemplo, el desarrollo de la **leche tipo A2**). Las oportunidades que pueden surgir de las curtiembres no se analizaron en profundidad aquí, ya al momento de elaborar este estudio estaba en ejecución una consultoría específica en ese tema para el MIEM¹⁰³.

Para relevar información sobre las oportunidades en las cadenas cárnica y láctea, se hizo una revisión de documentos públicos y se realizaron entrevistas a personas que estuvieron o están directamente involucradas en proyectos de relevancia para este trabajo (véase Bibliografía, sección entrevistas). Estas instancias de entrevistas también se aprovecharon para relevar información para las siguientes etapas del trabajo.

¹⁰⁰ <https://Biovalor.gub.uy/>.

¹⁰¹ <https://www.transformauruguay.gub.uy/es/plan-nacional-1/hojas-de-ruta-sectoriales>.

¹⁰² Las personas interesadas pueden solicitar el listado detallado a Adrián Rodríguez (adrian.rodriguez@un.org).

¹⁰³ "Apoyo a la Dirección Nacional de Industrias para el fortalecimiento del área de política industrial para la valorización de subproductos resultantes de la cadena de valor de la industria cárnica". Estudio dirigido por Beatriz Briano, en el que participó la Facultad de Ingeniería de la UdelaR y cuyos resultados se espera divulgar durante el primer semestre de 2021.

C. Análisis cualitativo de los potenciales impactos y priorización

Se priorizaron las oportunidades considerando que la reactivación post pandemia de la Covid-19 debería generar empleo y un aumento de la producción que se desarrolle de forma sostenible. Para eso se realizó un análisis de "Trade off" cualitativo, que contempló las siguientes dimensiones:

- **Económica:** se analizaron las variables producción y rentabilidad. En el primer caso se capturaron los potenciales volúmenes que se podrían generar de los nuevos bio productos. En el segundo caso se evaluó el valor agregado en esos nuevos productos o servicios.
- **Social:** se contempló únicamente la variable empleo, y dentro de ese indicador se clasificó si el mismo era temporal o permanente, calificado o no calificado. No se tuvo en cuenta el potencial impacto indirecto e inducido de las actividades evaluadas sobre el empleo.
- **Ambiental:** se tomaron en cuenta las emisiones al ambiente de residuos sólidos y líquidos evitadas por utilizar los residuos para generar los nuevos productos. Además, contempló el grado de peligrosidad de los residuos utilizados.

Los residuos generados en el nuevo proceso productivo no se incluyeron ya que la información no estaba disponible fácilmente. También se evaluó incorporar información referida a las emisiones de GEI evitadas (asociadas a la descomposición de los residuos si no fueran utilizados como insumos) y a las generadas en el nuevo proceso, pero estos datos tampoco estaban accesibles fácilmente para todas las oportunidades analizadas¹⁰⁴.

- **Plazo:** dado que este estudio analiza cómo las oportunidades identificadas pueden contribuir a reactivar la economía, el desarrollo de las nuevas actividades debería darse en el menor plazo posible y es por eso que se incorporó esta variable en el análisis.

Para evaluar las cuatro dimensiones se realizó un diagnóstico de la situación y una identificación de los faltantes de información vinculada a las oportunidades bioeconómicas. Esto implicó recolectar información respecto a:

- **Residuos:** se buscaron datos sobre el volumen de residuos biológicos generados en la ganadería y lechería (tasa de generación de residuos por unidad procesada), así como de su grado de peligrosidad de acuerdo con la clasificación realizada por DINAMA (Decreto 182, 2013)¹⁰⁵ y de su principal destino actual (disposición en relleno sanitario, en terreno, vertido en cursos de agua, entre otros).
- **Tecnologías:** se identificaron las tecnologías que podrían aplicarse a los residuos para obtener nuevos bio productos y servicios. Se describieron sus principales características y su grado de implementación en Uruguay (por ejemplo, si están a nivel de I+D+i o si ya hay experiencias piloto comerciales). También se incluyó información referida a la tasa de conversión de residuos a productos y a si las tecnologías son intensivas en capital o mano de obra y si se pueden desarrollar a nivel de una sola empresa o a escala sectorial.

Otro aspecto importante incluido en este componente es la distinción entre aquellas tecnologías que son biotecnologías de las que no lo son. A su vez, se identificaron aquellas que son consideradas tecnologías avanzadas. Por lo tanto, este trabajo no se restringió únicamente a las biotecnologías, sino que también consideró otras tecnologías promisorias.

¹⁰⁴ El proyecto Biovalor generó información referida a emisiones netas de GEI para la producción de biogás, compost y combustibles alternativos.

¹⁰⁵ Con relación a otras propiedades de los residuos, el proyecto Biovalor junto con la academia realizó una caracterización de 25 tipos de residuo, que incluía el % de humedad, el pH, el contenido de materia seca, el poder calorífico, entre otros indicadores.

- **Factibilidad:** se indagó si existían o no análisis de factibilidad técnica y económica de las tecnologías y se incluyeron las principales conclusiones de los estudios previos.

Las cuatro dimensiones evaluadas (económica, social, ambiental, plazo) están relacionadas con la información proveniente del diagnóstico inicial (residuos, tecnologías, factibilidad).

El volumen de residuos generados en el sector ganadero y lechero y su tasa de conversión dan una idea del potencial volumen de producción de los nuevos bio productos. Asimismo, las características y el grado de peligrosidad de esos residuos dan información respecto al potencial impacto ambiental de su transformación, en lugar de realizar una disposición en el terreno, en el agua o en relleno sanitario. En tanto, las propiedades de las tecnologías permiten evaluar el posible impacto en el empleo, si es que las mismas son o no intensivas en mano de obra. Por otra parte, tener información respecto al grado de implementación de las tecnologías y respecto a la existencia de estudios de factibilidad previos permite analizar si es posible implementar o extender/replicar dichas tecnologías en el corto, mediano o largo plazo, un aspecto esencial en este contexto de crisis. El plazo también se ve influenciado por otros factores, por ejemplo, si la tecnología es intensiva en capital, si requiere de la instalación de una planta o de ajustar una maquinaria para adaptarla a condiciones locales.

A partir de la información recabada previamente se construyó una matriz en la que a cada variable (producción, rentabilidad, empleo, ambiente y plazo) se le asignó una de estas categorías: bajo, medio y alto, dependiendo del potencial impacto de cada actividad en las dimensiones definidas. En el caso del plazo, las categorías asignadas fueron: corto, mediano y largo. A su vez, a cada categoría se le asignó un color diferente: anaranjado para bajo, amarillo para medio y verde para alto. En el caso del plazo, se asignó anaranjado para largo, amarillo para mediano y verde para corto. El color anaranjado indica el peor escenario, el amarillo uno intermedio y el verde el mejor escenario (véase el cuadro 4). Cabe aclarar que en algunos casos no se pudo adjudicar una categoría, ya que no se contaba con información suficiente para hacer una apreciación.

La valoración realizada se basa fundamentalmente en documentos de trabajo y entrevistas realizadas a referentes de las cadenas analizadas. Asimismo, es relevante aclarar que la misma se realizó en términos relativos. Es decir, se compara entre las distintas alternativas bioeconómicas y no se evalúa cada actividad en términos absolutos. Una actividad que utiliza grandes volúmenes de residuo como insumo va a tener un potencial de producción de bioproductos alto frente a otra que utiliza residuos que se generan en menor volumen (por ejemplo, rumen versus recortes de cuero para combustible).

Por último, si bien en esta etapa se realizó una evaluación cualitativa, en algunos casos, como había información cuantitativa disponible y de fácil acceso, se incorporaron datos numéricos para justificar la evaluación (como en el caso del volumen de residuo generado).

Luego de completar la matriz, se realizó el análisis de trade off propiamente dicho, con el fin de establecer un orden de prioridad. Aquellas actividades con potenciales impactos positivos en todas (o la mayoría) de las variables evaluadas fueron colocadas al inicio, mientras que las que tenían un mal desempeño en todas (o la mayoría) de las variables fueron ubicadas al final. A partir de estos resultados, se seleccionaron las oportunidades ubicadas en los primeros lugares, para proceder a su evaluación y la propuesta de instrumentos de política específicos para apoyar su desarrollo.

Finalmente, es importante marcar que el cálculo de los potenciales impactos en las dimensiones económica, social y ambiental es muy relevante, ya que permite medir el componente de efectividad de los instrumentos. En efecto, si a través de los instrumentos se logra impulsar la actividad priorizada, entonces se obtendrían los efectos estimados en esta sección. Estos resultados son contrastados en el último paso de la metodología con los costos de implementar las medidas de política, para evaluar qué instrumento es más apropiado.

Cuadro 4
Matriz de análisis cualitativo – Trade off

| Económico | | Social | Ambiental | Plazo |
|--|--|--|---|--|
| Producción | Rentabilidad | Empleo | Residuos sólidos y/o líquidos | |
| Bajo Genera bajos volúmenes de producción | Bajo Valor agregado bajo (Para uso vegetal, ej. compost, y/o utiliza tecnología simple) | Bajo No genera empleo o solo en la fase de implementación de la tecnología (ej. para la instalación de equipos) | Bajo Uso de un volumen de residuos bajo como insumo para la producción | Largo Solo hay experiencias internacionales y no a nivel local |
| Medio Genera volúmenes de producción medios | Medio Valor agregado medio (Para uso animal, ej. ración, y/o utiliza tecnologías que no son ni simples ni de punta) | Medio Genera pocos empleos permanentes | Medio Uso de un volumen de residuos medio como insumo para la producción | Mediano Existen algunos estudios de prefactibilidad y experiencias de investigación a nivel local |
| Alto Genera altos volúmenes de producción | Alto Valor agregado alto (Para uso humano, ej. proteínas del suero lácteo, y/o utiliza tecnología de punta) | Alto Actividad intensiva en mano de obra | Alto Uso de un volumen de residuos alto como insumo para la producción o bajo, pero peligrosos | Corto Hay experiencias piloto y estudios de factibilidad a nivel local |

Fuente: Elaboración propia (Borges, M., 2020).

Nota: Las aclaraciones realizadas aquí son orientativas. Por ejemplo, no todo lo producido para consumo humano tiene necesariamente mayor valor que lo producido para consumo animal o vegetal.

D. Barreras para el desarrollo de las oportunidades priorizadas

Para poder analizar qué instrumentos de política son los más convenientes de aplicar para impulsar una actividad, primero es necesario hacer una evaluación de las barreras que limitan su desarrollo.

Las barreras pueden ser de diversos tipos. En este trabajo se tomó como referencia a la clasificación utilizada por la fundación Ellen Mac Arthur (2015). La misma contempla las siguientes categorías: económicas (no rentable, intensiva en capital, tecnología no desarrollada todavía), falla de mercado (externalidades, infraestructura / bienes públicos insuficientes, falta de mercados, información imperfecta, incentivos distintos entre agentes, costos de transacción), falla regulatoria (marco legal inadecuado, metas y objetivos mal definidos, fallas de implementación y cumplimiento, consecuencias no intencionales) y factores sociales (falta de capacidades y habilidades, hábitos perjudiciales para el ambiente).

E. Instrumentos de política pública

Una vez identificadas las barreras, es posible evaluar cuáles son las políticas públicas que serían más adecuadas para levantar dichas limitaciones. Para explorar las distintas opciones disponibles se llevaron a cabo los siguientes pasos:

- Revisión de documentos técnicos/teóricos (nacionales e internacionales) que describen diferentes instrumentos de política pública y su vínculo con distintos tipos de restricciones.
- Revisión de las políticas recientemente aplicadas en otros países con el fin de promover la reactivación económica frente a la crisis asociada a la Covid-19.
- Revisión de los mecanismos de apoyo a las actividades bioeconómicas actualmente vigentes en Uruguay.

A continuación, y considerando la información recabada en los puntos anteriores, se listaron y analizaron los mecanismos de política pública más apropiados para impulsar el desarrollo de las actividades priorizadas.

F. Análisis de costo-efectividad

En esta etapa se evaluaron cualitativamente los costos asociados a los instrumentos de política pública propuestos. Para ello se utilizaron nuevamente las categorías: bajo, medio y alto. A modo de ejemplo, modificar una norma tendría un costo monetario bajo, mientras que financiar un estudio de laboratorio tendría un costo medio y otorgar subsidios para realizar inversiones en equipos tendría un costo elevado.

A partir de estos datos y contemplando los impactos de las actividades en términos de generación de empleo e incremento sostenible de la producción (punto 3 de la metodología), se calcularon los ratios de costo-efectividad de cada instrumento para determinar cuál de ellos tiene asociado un mayor impacto por peso gastado. Esto es particularmente relevante en este contexto de crisis, elevado déficit fiscal y escasos recursos del gobierno. Por lo que, aquellos instrumentos que combinen fondos públicos con privados o que no impliquen un desembolso monetario (como introducir un cambio regulatorio para reconocer un nuevo bio producto), resultan más atractivos.

Por último, vale aclarar que esta evaluación no es un análisis de costo-beneficio, ya que ello implicaría evaluar en términos monetarios los beneficios asociados a los impactos. Por ejemplo, el impacto ambiental positivo derivado de una reducción de la cantidad de residuos que llegan a los cursos de agua genera beneficios para la flora y fauna que vive ahí, así como para los humanos que los utilizan para tomar agua, para recreación o pesca. De todas formas, el análisis costo-efectividad proporciona información relevante para apoyar la toma de decisiones.

IV. Priorización de las oportunidades identificadas

A. Análisis cualitativo de los potenciales impactos y priorización

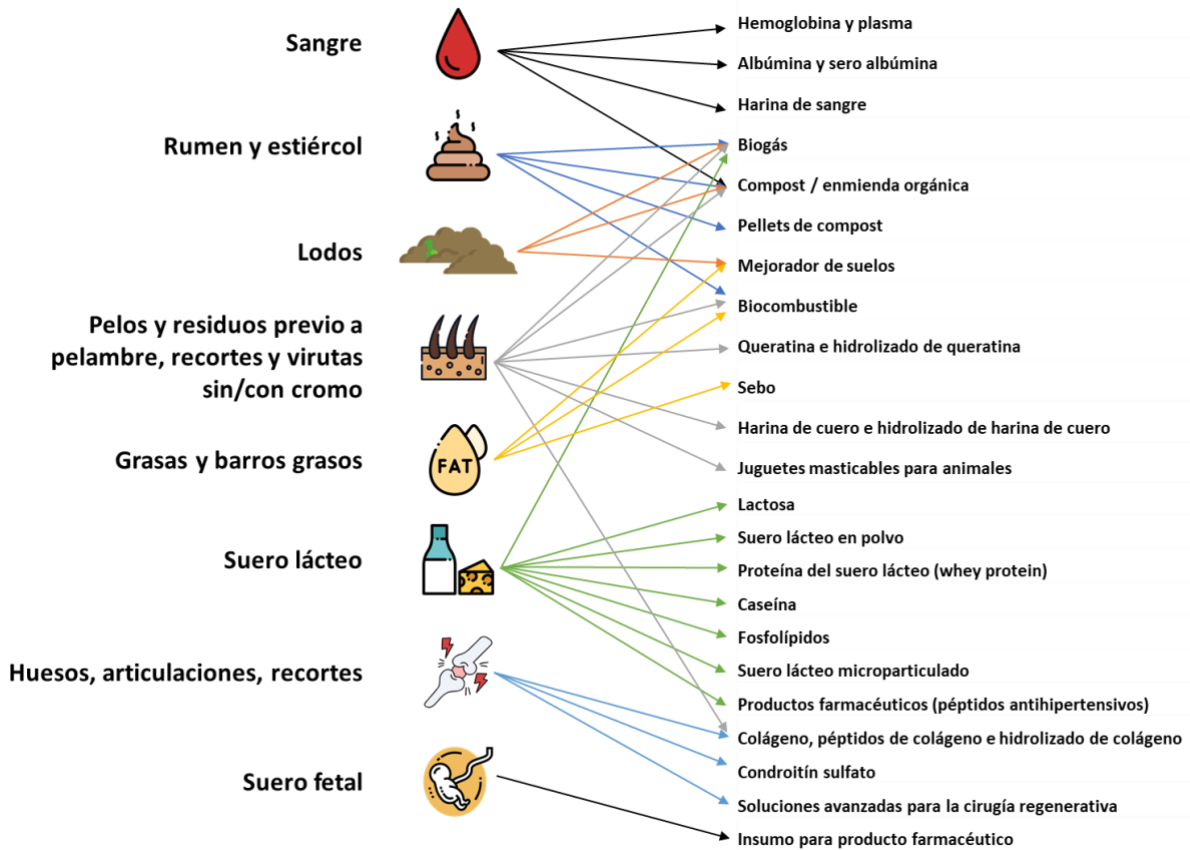
Como se comentó en la metodología, previo a la priorización se realizó un diagnóstico de la situación actual respecto a las oportunidades identificadas (ver sección III.A). El mismo incluyó datos vinculados al volumen y características de los residuos generados en ganadería y lechería que dan lugar a nuevos bio productos y servicios, a las características de las tecnologías utilizadas para esa transformación y a estudios de factibilidad técnica y económica para esas tecnologías.

El proceso de priorización inició con la identificación de 50 oportunidades bioeconómicas relacionadas con la valorización de residuos de la ganadería y lechería. En el anexo se muestran los resultados por bloque: a) residuos (volúmenes generados, grado de peligrosidad, destino actual y bio producto o servicio que se puede obtener a partir del mismo) (cuadro A1); b) tecnologías (descripción, características – incluye o no biotecnología y/o tecnologías de punta, intensiva en mano de obra y/o capital – tasa de conversión de residuos a productos y aplicación a gran escala o a nivel empresarial) (cuadro A2); y c) factibilidad técnica y económica (cuadro A3).

Para los análisis presentados en el documento se tomaron en cuenta únicamente 23 actividades, ya que no se tenía información suficiente para las restantes (diagrama 7). Además, se incluyeron siete actividades asociadas a la genómica y genética animal o vinculadas al rediseño de la actividad. El cuadro 5 muestra la síntesis del ese estudio, incluyendo las 30 actividades seleccionadas, asignándole una categoría de impacto bajo (rosado), medio (amarillo) y alto (verde) a cada actividad.

La mayoría de los bio productos y servicios tienen un impacto medio en la generación de empleo y generalmente se trata de empleos calificados y permanentes. En otros casos, como por ejemplo en la producción de biogás y biocombustibles, la creación de empleos sería todavía menor. Esto se debe a que en los proyectos piloto existentes se observó que solo sería necesario contratar a personas de forma temporal, para la instalación del biodigestor o caldera y para la capacitación de los trabajadores del establecimiento para que luego puedan utilizar el equipo sin necesidad de contratar personal adicional. Por el contrario, las actividades que podrían generar un mayor número de empleos y además tomar personal menos calificado son las de compostaje y peletizado, ya que implican un mayor trabajo de logística que en los casos anteriores.

Diagrama 7
Potenciales bioproductos a partir de los residuos de la ganadería y lechería



Fuente: Elaboración propia.

El hecho de que la mayoría de las actividades demanden poco empleo y calificado es esperable, sobre todo en el caso de los desarrollos que involucran biotecnologías o tecnologías de punta, ya que demandan de muchos años de formación y de realizar I+D+i. Esto es positivo ya que los trabajos que requieren mayor preparación están generalmente asociados con mejores condiciones laborales. Sin embargo y como ya se comentó previamente la mayor parte de los desocupados tienen menos años de formación, por lo que el desafío de incorporar a estas personas en el mercado de trabajo persistiría.

Por otra parte, la mayor parte de las actividades requieren de un plazo largo para poder expandirse, ya que no hay desarrollos pilotos finalizados en Uruguay que demuestren la factibilidad técnica y económica de las tecnologías o porque se requiere de la instalación de una planta, trámites de habilitación por parte de varios organismos, etc. Los bio productos que tienen más posibilidades de desarrollarse en un plazo más corto son por ejemplo, las tecnologías que se probaron en el proyecto Biovalor, biogás, biocombustibles, compostaje, entre otras, cuyas experiencias están siendo utilizadas para difusión.

Cuadro 5
Potenciales impactos de los bio productos y servicios – Análisis de trade off cualitativo

| Bio productos o servicios | Residuo | Producción y rentabilidad | | Empleo | Ambiente (Res. sólidos y líquidos) | Plazo |
|---|--|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| | | Producción | Rentabilidad | | | |
| | | Baja / Media / Alta | Baja / Media / Alta | Bajo / Medio / Alto | Bajo / Medio / Alto | Corto / Mediano / Largo |
| Hemoglobina y plasma (p. 26). | sangre (frigoríficos) | | | | | |
| Albúmina y seroalbúmina (p. 26). | sangre (frigoríficos) | | | | | |
| Harina de sangre (p. 22). | sangre (frigoríficos) | | | | | |
| Biogás (p. 22). | sólidos de aguas rojas, lodos, rumen y estiércol (frig.) | | | | | |
| | estiércol (tambos) | | | | | |
| | suero (industria láctea) | | | | | |
| | lodos, residuos previo a pelambre (curtiembres) | | | | | |
| Compost / enmienda orgánica (p. 18). | rumen y estiércol, sangre, lodos (frigoríficos) | | | | | |
| | estiércol (tambos) y pelos (curtiembres) | | | | | |
| Pellets de compost (p. 18) | rumen y estiércol (frigoríficos) | | | | | |
| Mejorador de suelos (p. 18) | lodos y barros grasos (industria láctea) | | | | | |
| Biocombustible (p. 31). | rumen, estiércol y grasa (frigoríficos) | | | | | |
| | grasa con sulf. (curt.), estiércol (tambos) y b. gr. (Lác.) | | | | | |
| | recortes y virutas con cromo (curtiembres) | | | | | |
| Colágeno, péptidos de colágeno e hidrolizado de colágeno (pp. 24-25). | hue., rec. y art., cueros (frig.), rec. y vir. sin cromo (curt.) | | | | | |
| Condroitín sulfato (p. 24). | huesos, recortes y articulaciones (frigoríficos) | | | | | |
| Soluciones avanzadas para la cirugía regenerativa (p. 24). | huesos, recortes y articulaciones (frigoríficos) | | | | | |
| Insumo para producto farmacéutico (p. 26). | suero fetal bovino (frigoríficos) | | | | | |
| Queratina e hidrolizado de queratina (p. 24). | pelos (frigoríficos) | | | | | |
| Sebo (pp. 20-21). | grasa con sulfuros (curtiembres) | | | | | |
| Harina de cuero e hidrolizado de harina de cuero | Recortes y virutas sin cromo (curtiembres) | | | | | |
| Juguetes masticables para animales | Residuos previo a pelambre (curtiembres) | | | | | |
| Lactosa (p. 35). | Suero (industria láctea) | | | | | |
| Suero lácteo en polvo (p. 34) | Suero (industria láctea) | | | | | |
| Proteína del suero lácteo (whey protein) (pp. 34-35). | Suero (industria láctea) | | | | | |
| Caseína (p. 33). | Suero (industria láctea) | | | | | |
| Fosfolípidos | Suero (industria láctea) | | | | | |

| Bio productos o servicios | Residuo | Producción y rentabilidad | | Empleo | Ambiente (Res. sólidos y líquidos) | Plazo |
|--|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| | | Producción | Rentabilidad | | | |
| | | Baja / Media / Alta | Baja / Media / Alta | Bajo / Medio / Alto | Bajo / Medio / Alto | Corto / Mediano / Largo |
| Suero lácteo microparticulado (p. 34). | Suero (industria láctea) | Alto | Alto | Medio | Alto | Largo |
| Productos farmacéuticos (péptidos anti-hipertensivos) (p. 36). | Suero (industria láctea) | Medio | Alto | Medio | Alto | Largo |
| Leche tipo A2 (p. 48). | N/A | Alto | Alto | Medio | Alto | Largo |
| Mejoramiento de razas (p. 41). | N/A | Bajo | Alto | Medio | Medio | Largo |
| Mejoramiento de la eficiencia de conversión (p. 41) | N/A | Bajo | Alto | Medio | Medio | Largo |
| Reducción de emisiones de metano de rumiantes (p. 41) | N/A | Bajo | Alto | Medio | Medio | Largo |
| Causales genéticas de enfermedades (p. 40). | N/A | Bajo | Alto | Medio | Medio | Largo |
| Resistencia / tolerancia a estrés calórico u otros estreses (p. 41). | N/A | Bajo | Alto | Medio | Medio | Largo |
| Genotipado (pp. 40-42). | N/A | Bajo | Alto | Medio | Medio | Largo |

Fuente: Elaboración propia.

Notas: N/A – No aplica

Impacto Bajo / Plazo Largo Impacto Medio / Plazo Mediano Impacto Alto / Plazo Corto

En cuanto a la rentabilidad y en línea con lo que promueve la bioeconomía, casi todos los productos y servicios son de alto valor agregado ya que se tratan de tecnologías avanzadas (todo lo relativo a genética y genómica) o productos de consumo humano de alto valor (farmacéuticos, cosméticos, alimentos de alto contenido nutricional, etc.). En muy pocos casos la rentabilidad sería media, en la producción de hemoglobina y plasma y harina de sangre, por tratarse de productos para uso animal. En tanto, el biogás fue categorizado como de bajo valor agregado, debido a que implica altos costos de inversión y las primeras experiencias piloto muestran márgenes acotados. El compost también se incluyó en esa categoría, debido a los altos costos que implica transportar grandes volúmenes del producto.

Por último, vale aclarar que, si bien existen diferencias en los niveles de rentabilidad dentro de los productos que se pueden obtener con el suero lácteo, en la comparación con los otros productos listados, todos ellos siguen siendo de mayor valor agregado y por eso se clasificaron como de potencial alto (excepto el suero en polvo, cuyo precio es significativamente menor que el de los otros derivados del suero). Por ejemplo, el suero microparticulado tiene un menor valor que la lactosa, pero en la comparación con la hemoglobina sigue siendo más costoso.

Respecto a los niveles de producción, los productos de mayor valor agregado generalmente están asociados a bajos volúmenes, ya que utilizan como insumo, por ejemplo, proteínas que se encuentran en un muy bajo porcentaje en el residuo que es utilizado. En cambio, productos de bajo valor agregado como el compost o el biogás usualmente trabajan con grandes volúmenes.

La clasificación realizada en la dimensión ambiental es muy similar a la de producción, ya que la utilización de grandes cantidades de residuos da lugar, en la mayoría de los casos, a volúmenes de producción altos y viceversa (esto se refleja en la tasa de conversión de residuos a productos que se encuentra en el cuadro A2). La conversión de esos residuos evita que los mismos sean emitidos al ambiente y por lo tanto tiene un impacto ambiental positivo. Además, en el caso del biogás producido a partir del lodo de curtiembres y del biocombustible generado a partir de recortes y virutas con cromo, se asignó una mejor calificación en la dimensión ambiental que en la de producción, porque si bien las

cantidades consumidas de residuos y generadas de bio producto son bajas, se trata de residuos de alta peligrosidad que ya no van al ambiente.

Luego de realizar la evaluación cualitativa de las oportunidades identificadas y asignarle una categoría a cada dimensión evaluada, se realizó un análisis de trade off para poder establecer una priorización. Aquellas actividades que tenían un potencial impacto positivo en todas o la mayoría de los factores se ubicaron en los primeros puestos del ranking mientras que los casos donde predominaba el rosado (bajo impacto) se ubicaron al final.

Los bio productos que resultaron más auspiciosos son: los pellets de compost, el compost o enmienda orgánica, el biocombustible a partir del rumen en frigoríficos, la leche tipo A2, biogás a partir del estiércol en tambos grandes, colágeno e hidrolizado de colágeno, lactosa y suero lácteo micro particulado. Estos resultados se pueden ver en el cuadro 6.

Por último, vale aclarar que este análisis supone que todas las dimensiones definidas son igualmente relevantes. Sin embargo, quien tome las decisiones probablemente valore de forma diferente cada factor. De todos modos, este estudio puede aportar a esa discusión y contribuye a que se tomen en cuenta aspectos que quizás no serían considerados. Asimismo, también podrían considerarse otras variables, como el grado innovador de los bioproductos desarrollados y su demanda a nivel internacional, la descentralización de la producción en el territorio, y potencial para reducir la brecha de género, entre otros.

Cuadro 6
Priorización de bio productos y servicios

| Bioproductos o servicios | Residuo | Priorización |
|--|--|--------------|
| Hemoglobina y plasma | sangre (frigoríficos) | 5 |
| Albúmina y sero albúmina | sangre (frigoríficos) | 5 |
| Harina de sangre | sangre (frigoríficos) | 5 |
| Biogás | sólidos de aguas rojas, lodos, rumen y estiércol (frig.) | 4 |
| | estiércol (tambos) | 3 |
| | suero (industria láctea) | 4 |
| | lodos, residuos previo a pelambre (curtiembres) | 6 |
| Compost / enmienda orgánica | rumen y estiércol, sangre, lodos (frigoríficos) | 2 |
| | estiércol (tambos) y pelos (curtiembres) | 2 |
| Pellets de compost | rumen y estiércol (frigoríficos) | 1 |
| Mejorador de suelos | lodos y barros grasos (industria láctea) | 5 |
| | rumen, estiércol y grasa (frigoríficos) | 2 |
| Biocombustible | grasa con sulf. (curt.), estiércol (tambos) y b. gr. (Lác.) | 4 |
| | recortes y virutas con cromo (curtiembres) | 6 |
| Colágeno, péptidos de colágeno e hidrolizado de colágeno | hue., rec. y art., cueros (frig.), rec. y vir. sin cromo (curt.) | 3 |
| Condroitín sulfato | huesos, recortes y articulaciones (frigoríficos) | 5 |
| Soluciones avanzadas para la cirugía regenerativa | huesos, recortes y articulaciones (frigoríficos) | 5 |
| Insumo para producto farmacéutico | suero fetal bovino (frigoríficos) | 5 |
| Queratina e hidrolizado de queratina | pelos (frigoríficos) | 5 |
| Sebo | grasa con sulfuros (curtiembres) | 6 |
| Harina de cuero e hidrolizado de harina de cuero | Recortes y virutas sin cromo (curtiembres) | 6 |
| Juguetes masticables para animales | Residuos previo a pelambre (curtiembres) | 5 |
| Lactosa | Suero (industria láctea) | 3 |
| Suero lácteo en polvo | Suero (industria láctea) | 4 |

| Bioproductos o servicios | Residuo | Priorización |
|---|--------------------------|--------------|
| Proteína del suero lácteo (whey protein) | Suero (industria láctea) | 5 |
| Caseína | Suero (industria láctea) | 5 |
| Fosfolípidos | Suero (industria láctea) | 5 |
| Suero lácteo microparticulado | Suero (industria láctea) | 3 |
| Productos farmacéuticos (péptidos antihipertensivos) | Suero (industria láctea) | 5 |
| Leche tipo A2 | N/A | 2 |
| Mejoramiento de razas | N/A | 5 |
| Mejoramiento de la eficiencia de conversión | N/A | 5 |
| Reducción de emisiones de metano de rumiantes | N/A | 5 |
| Causales genéticas de enfermedades | N/A | 5 |
| Resistencia / tolerancia a estrés calórico u otros estreses | N/A | 5 |
| Genotipado | N/A | 5 |

Fuente: Elaboración propia.

Nota:

1 – Todos los elementos (5) en verde.

2 – 4 elementos en verde.

3 – 3 elementos en verde.

4 – 2 elementos en verde.

5 – Al menos 1 elemento en verde o todos amarillos.

6 – Todos los elementos en amarillo y rosado o algún N/D (no disponible).

B. Barreras para el desarrollo de las oportunidades priorizadas

En paralelo al diagnóstico realizado para fundamentar el análisis cualitativo presentado anteriormente, se realizó un análisis de barreras. Así, durante las entrevistas además de realizar consultas sobre los potenciales bioproductos y las tecnologías, también se preguntó acerca de los desafíos más relevantes a los que se enfrentan estas nuevas actividades. El cuadro 7 sintetiza los principales comentarios surgidos en esas instancias y provenientes de otras fuentes para varias de las oportunidades identificadas.

En términos generales, hay varias barreras que aplican a la mayoría de las actividades. Entre ellas se destacan las siguientes:

- Se remarcó la idea de que muchas de las oportunidades las van a aprovechar emprendedores innovadores que están por fuera del negocio de la industria frigorífica y láctea, ya que estas últimas están centradas en la producción de carne y leche y no conocen en profundidad las otras industrias (como la energética, cosmética, farmacéutica, etc.) y tampoco tendrían el tiempo y la disposición a indagar en ellas.
- En línea con lo anterior, se identificó como una necesidad apoyar a los emprendedores a desarrollar los nuevos negocios. Estas personas tienen que asumir que por varios años probablemente no generen ingresos (de acuerdo con Beatriz Briano, tomaría alrededor de 5 años poner a funcionar una planta desde cero, ya que se requiere sacar permisos, armar la planta, optimizarla y ajustarla a las condiciones locales, etc.) y por tanto sería necesario generar incentivos concretos para impulsar estos emprendimientos innovadores.
- A su vez, es importante identificar a los líderes que van a generar el cambio. La convicción de que los nuevos bioproductos puedan tener éxito y de que es necesario cambiar la forma de hacer las cosas y apostar a productos que tengan un menor impacto ambiental es esencial. En ese sentido, cabe comentar el ejemplo del proyecto piloto de Biovalor de

Rincón de Albano (un tambo que además de producir leche con bajo impacto ambiental, también genera biogás y energía eléctrica), que demostró que en Uruguay es posible utilizar un biodigestor, pese a que las temperaturas no son las óptimas para dicha tecnología.

- En muchos casos se mencionó el desafío y la necesidad de coordinar entre los distintos actores, debido a que la expansión de las oportunidades identificadas requiere del desarrollo de una red de actividades vinculadas, donde unas dependen de otras.
- Relacionado a lo anterior, una barrera fundamental es la reducida escala de producción de los establecimientos individuales, lo que podría superarse a través de la unión de los distintos productores (tanto de capitales nacionales como extranjeros). Esa propuesta, sin embargo, tiene asociadas varios desafíos más allá de la coordinación. Por ejemplo, podría implicar altos costos de logística, asociados al traslado de la materia prima para acopiarla en un lugar y vinculados a la conservación de los residuos, que podrían hacer inviable económicamente la opción.
- Otras barreras que se comentaron vinculadas a los costos fueron: las elevadas inversiones que se requieren para desarrollar las ideas de negocio (ya que en varios casos es necesario instalar una planta y/o comprar equipos costosos) y el elevado “costo país” en general.
- Además, también se mencionó en varias ocasiones la necesidad de hacer estudios económicos para evaluar la rentabilidad de las distintas opciones y estudios de mercado para identificar nichos para colocar estos nuevos bio productos y servicios.
- Por último, en el caso de la industria frigorífica y las curtiembres en particular, se comentó que la integración del sector podría ser todavía más dificultosa, ya que varias empresas son de capitales extranjeros, tienen un menor compromiso o fidelidad con los objetivos nacionales y se llevan los residuos a sus países para procesarlos allí.

En algunos casos las empresas se apoyan en técnicos del exterior, ya que no hay conocimiento tan especializado en ciertos temas en Uruguay. Por lo tanto, es muy recomendable seguir apostando a la capacitación e investigación en problemas y necesidades concretas que enfrentan las industrias y a un mayor intercambio entre esos ámbitos. Según la información recabada en las entrevistas, un avance concreto que se observó en ese tema es que algunos alumnos del programa de lechería de UTEC se han incorporado a la industria y han realizado muy buenos aportes. Sin embargo, se requiere seguir afianzando la relación entre las empresas y la academia. En particular, las industrias demandan una mayor agilidad de la academia para dar respuestas en plazos más cortos.

Por otra parte, también se requiere mayor difusión de las investigaciones realizadas, ya que algunas veces existen soluciones y no son necesariamente conocidas por las empresas. La creación de Centros Tecnológicos temáticos favorece el acercamiento entre academia y empresa. Respecto a la academia, algunos entrevistados señalaron que la universidad ofrece remuneraciones que son bajas en comparación al sector privado, por lo que los profesionales eligen trabajar en la industria o trabajan en más de una institución a la vez, mientras que estos proyectos necesitan de una dedicación total del personal.

Cuadro 7
Análisis de barreras para el desarrollo de los bio productos o servicios analizados

| Bio productos o servicios | Análisis de barreras | | | |
|-----------------------------|--|--|---|--|
| | Económica | Falla de mercado | Falla regulatoria | Factores sociales |
| Hemoglobina y plasma | Altos costos de inversión. Escala reducida. Altos costos operativos de logística, energía y acondicionamiento. | No hay seguridad de suministro de materia prima (competencia con otros usos). Puede haber períodos largos sin faena (en año nuevo judío y en pascuas), capacidad ociosa. (Taller Plan de Acción en Economía Circular). | Tiempo de aprobación formal del proyecto en los diferentes entes involucrados (DINAMA, DINOT, Intendencias, MIEM, MGAP, INAC) es lento. (Taller Plan de Acción en Economía Circular). | Desafíos generacionales. Aversión al riesgo. Falta de integración entre actores involucrados. Frigoríficos financiados por capitales extranjeros. Poca fidelidad. Contratos actuales de corto plazo. (Taller Plan de Acción en Economía Circular). |
| Albúmina y sero albúmina | | | | |
| Harina de sangre | Altos costos de inversión y operación. Escala reducida. La sangre de la faena Kosher se contamina con agua y vómito, por lo que se utiliza para compost y no para producir harina. (Taller Plan de Acción en Economía Circular). | | | |
| Biogás | Altos costos de inversión. Si hay una alta demanda por biodigestores, su precio se puede reducir. La producción disminuye en invierno debido a las bajas temperaturas. Escala reducida. | - | - | La mayor parte de los establecimientos son pequeños y es difícil que los mismos tengan personal capacitado para manejar los equipos, ya que requieren de tiempo de dedicación y de cierto grado de experiencia y capacitación. La unión entre productores para alcanzar una escala mínima puede ser dificultosa. |
| Compost / enmienda orgánica | Altos costos del transporte. | Mercado acotado. | Falta de certificaciones que regulen la calidad y beneficios de la aplicación de estos productos. La normativa actual exonera de IVA a los fertilizantes químicos y no a las enmiendas orgánicas. | - |
| | Mala situación económica de los tambos (coyuntura). | El 50% de los tambos arrienda el campo, por lo que las inversiones en infraestructura deberían pensarse con los propietarios. | DINAMA establece que es obligatorio realizar el tratamiento de efluentes (en tambos de más de 500 vacas en ordeño), entonces no se otorgan beneficios fiscales a través de la COMAP. | Manejo de efluentes requiere otra forma de organización. Rediseño del tambo. El promedio de edad de los productores tamberos es de 56 años, lo que dificulta la implementación de nuevas tecnologías. |
| Pellets de compost | - | Mercado acotado. Fuera del mercado hortifrutícola es difícil de vender porque los productores compran un "paquete", que ya incluye las semillas y fertilizantes. | Falta de certificaciones que regulen la calidad y beneficios de la aplicación de estos productos. | - |

| Bio productos o servicios | Análisis de barreras | | | |
|--|---|--|---|--|
| | Económica | Falla de mercado | Falla regulatoria | Factores sociales |
| Mejorador de suelos | - | - | Falta de un marco normativo que regule el uso de residuos con este destino. | - |
| Biocombustible | Requiere una inversión elevada. En el caso demostrativo de Biovalor - Frig. Ontilcor, la caldera costó US\$ 1.000.000 aprox. Altos costos de inversión. | - | Falta de un marco normativo que regule el uso de residuos con este destino. | Es difícil que los establecimientos tengan personal capacitado para manejar los equipos, ya que requieren de tiempo de dedicación y de cierto grado de experiencia y capacitación |
| Insumo para producto farmacéutico | Se necesita inversión en un aparato de radiación gamma. | Falla de coordinación. | - | - |
| Juguetes masticables para animales | - | Mercado acotado. | - | - |
| Lactosa | Hay que demostrar que es rentable, que justifica la inversión. Falta estudio económico. Falta de financiamiento (ejemplo, fondo semilla de ANDE es de US\$ 30.000, lo que no es suficiente para realizar inversiones en biotecnología). Elevado costo de inversión. Se requiere inversión para acopio y después envío para procesamiento a planta. En las entrevistas se mencionó que la inversión en plantas de procesamiento de suero podría ir desde US\$ 5 millones para una planta de mediano porte, hasta US\$ 80 millones para una de gran porte. También se comentó que hay posibilidad de trabajar a una escala menor. Puede ser una planta de procesamiento de 100-200 L por hora concentrada en centros de investigación o universidad, y otro lugar donde puedan llegar las empresas a llevar su materia prima (ej. en Ruta 5 o Ruta 1) a escala semi-industrial (etapa previa al procesamiento industrial). Alto costo de traslado del suero a planta (se debe reducir contenido de agua, pequeños nodos de concentración con evaporadores). | Falta de infraestructura, de un ducto. Problemas de escala y de logística para recolectar el suero proveniente de varios pequeños productores. En algunos casos se requiere investigación (por ejemplo, para análisis de características de la micro RNA). Complejidad para la coordinación interinstitucional que implica crear un CT Lácteo. Hay que realizar un estudio de prospección de clientes, hay que encontrar el nicho de mercado adecuado. Hay que realizar un estudio de logística integrada entre varias industrias. | - | Aversión al riesgo y actitud conservadora de las empresas (aunque algunas empresas como Granja Pocha, Calcar, Conaprole y otras pequeñas mostraron interés en trabajar con UTEC en valorización). Para ser emprendedor hay que trabajar demasiadas horas (lo suficiente para subsistir y para arriesgar). Falta de tiempo en cooperativas para estudiar nuevos productos. Se necesitan recursos humanos calificados y con dedicación exclusiva a nivel nacional para desarrollo de soluciones. Débil relacionamiento de la academia con el sector industrial para la generación de conocimientos (Hoja de Ruta para el Sector Lácteo). |
| Suero lácteo en polvo | | | | |
| Proteína del suero lácteo (whey protein) | | | | |
| Caseína | | | | |
| Fosfolípidos | | | | |
| Suero lácteo microparticulado | | | | |
| Productos farmacéuticos (péptidos antihipertensivos) | | | | |

| Bio productos o servicios | Análisis de barreras | | | |
|---|--|---|---|--|
| | Económica | Falla de mercado | Falla regulatoria | Factores sociales |
| Leche tipo A2 | - | Vacas que producen leche A2 hoy en día se ordeñan en conjunto con otras vacas y luego se mezcla la leche, por lo que hay que tipificar y separar los canales. Algunas empresas de la industria láctea no reconocen el diferencial. Las empresas más chicas están más abiertas a esta oportunidad. | - | - |
| Mejoramiento de razas | Hay que demostrar que es rentable y que agrega valor. El productor innovador que invierte inicialmente (porque las investigaciones se realizan con actores públicos y privados) no necesariamente se beneficia. Tiene potencial a nivel nacional pero falta financiamiento del equipamiento: US\$ 200.000 de inversión en tecnología "ag-race" para hacer selección genómica. El equipamiento no tiene valor patrimonial porque su vida útil es relativamente corta (avance tecnológico). El costo del test (US\$ 40 por vaca) es elevado para los cabañeros y no hay evidencia de que agregue valor. Selección genómica en hembras es más económica que en machos. Caravanas para ganado: el costo es de US\$ 7 por cabeza de ganado, la identificación ex ante implica menor velocidad de faena. | Falta mucha difusión para escalar la adopción de nuevas tecnologías. Las empresas no están preparadas para interpretar los resultados, no es conocimiento "común". La adopción depende principalmente de innovadores individuales. Caravanas para ganado: actualmente no hay frigoríficos interesados en esta certificación porque el mercado no paga un sobreprecio por el producto diferencial, pero se reconoce la importancia de identidad biológica de animales en relación con el abigeato y las garantías bancarias. | Falta de convenio para poder traer y analizar muestras de otros países. | Es un desafío mantener el personal calificado. Gente capacitada en bio informática es difícil de conseguir. Es necesario combinar formación en distintos disciplinas (fisiología, metabolismo, nutrición, informática, veterinaria, medio ambiente...) |
| Mejoramiento de la eficiencia de conversión | | | | |
| Reducción de emisiones de metano de rumiantes | | | | |
| Causales genéticas de enfermedades | | | | |
| Resistencia / tolerancia a estrés calórico u otros estreses | | | | |
| Genotipado | No competimos en precio y no tenemos capacidad. | - | | |
| TRANSVERSAL | El foco de los frigoríficos, industrias lácteas y tambos está en la producción de carne, productos lácteos y leche. Tienen baja disposición a innovar en tecnologías de valorización de residuos. (Taller Plan de Acción en Economía Circular). Es necesario apoyar la formación de nuevas empresas que se especialicen en el aprovechamiento de los subproductos y residuos. | - | - | - |

Fuente: Elaboración propia con base en entrevistas, proyecto Biovalor y talleres realizados en el marco del Plan de Acción en Economía Circular y la Hoja de Ruta para el Sector Lácteo.

En una entrevista también se mencionó que ciertos insumos necesarios para los procesos de transformación (por ejemplo, enzimas o fermentos) son importados. En ese sentido, también surge como otra oportunidad de negocio el desarrollo de esos insumos a nivel local, aunque esto no fue abordado en este estudio.

Respecto al mercado laboral y como ya se mencionó anteriormente, en general estas actividades demandan pocos empleos y calificados y equipos multidisciplinarios (ingenieros en alimentos, químicos, agrónomos, farmacéuticos, informáticos, etc.). Otras preocupaciones que se repitieron en varias entrevistas fueron: el promedio de edad elevado de los productores agropecuarios, los desafíos de cambio generacional, la alta aversión al riesgo de los productores, la ausencia de personal calificado para manejar algunos equipos (biodigestores, por ejemplo).

C. Instrumentos de política pública

1. Revisión de documentos técnicos/teóricos

Previo a las recomendaciones de instrumentos de política pública que podrían levantar las barreras para el desarrollo de los bioproductos priorizados, se realizó una revisión de los posibles mecanismos de apoyo a utilizar para cada tipo de barrera con base en documentos de la fundación Ellen Mac Arthur (2015), del proyecto Biovalor e informes académicos. El cuadro 8 muestra un resumen de estos.

En primer lugar, se distinguió entre mecanismos de apoyo financieros y no financieros (cuadro 9), dado que, en el contexto actual de alto déficit fiscal y austeridad en el gasto público, es más probable que el gobierno pueda apoyar con mecanismos del segundo tipo. Es decir, con aquellos que no impliquen un desembolso de dinero, pero que igualmente pueden ser de gran relevancia, como la introducción de cambios en la normativa. Asimismo, la combinación de diferentes fuentes de financiación (de origen privado o internacional) también puede resultar muy atractiva en este escenario.

A su vez y siguiendo la clasificación utilizada por Biovalor, se utilizaron cuatro clases de mecanismos financieros:

- i) **Instrumentos fiscales:** Ejemplos de incentivos fiscales son las exoneraciones impositivas (IRAE, IMEBA, IP), créditos fiscales por el pago de IVA, las reducciones / exoneraciones de tasas y tributos a la importación de insumos, otorgados a través de la Ley de promoción y protección de inversiones N° 16.906. Otro incentivo de este tipo es la devolución de tributos a la exportación. Por el contrario, los instrumentos fiscales se pueden utilizar para incrementar la carga impositiva en aquellas actividades con impacto negativo en el ambiente.
- ii) **Financiamiento no reembolsable:** Aquí pueden incluirse donaciones (por ejemplo, de filántropos u organismos internacionales) y la creación de fondos para promocionar ciertas actividades (como los instrumentos proporcionados por ANII, ANDE, Proyecto DACC, Ministerios). Estos fondos pueden ser utilizados para financiar diversos aspectos: validación de ideas, puesta en marcha e implementación de proyectos, cambio de procesos, comercialización (fondos semilla), certificaciones y etiquetado, ingreso a mercados, investigación, entre otros.
- iii) **Financiamiento reembolsable:** Esta categoría refiere a la generación de préstamos blandos mediante tasas preferenciales y/o plazos de pago largos (realizados por bancos públicos o privados ya existentes o por un banco de desarrollo que se dedique exclusivamente a este tipo de productos) y al otorgamiento de garantías. Éstos pueden ser utilizados con los mismos fines comentados en el caso anterior.

- iv) **Otros instrumentos financieros:** En esta categoría se incluye a los fideicomisos, instrumentos de participación público-privada, pago por servicios ecosistémicos o ambientales a través de, por ejemplo, los mercados voluntarios de carbono. Otro instrumento cada vez más utilizado es el pago por resultados, que funciona de la siguiente manera: “los inversores (en este caso la parte privada) proporcionan el capital inicial, los proveedores de servicios utilizan esta inversión para financiar las intervenciones enfocadas en el problema que se está tratando de resolver durante un período de tiempo preestablecido. Si y sólo si, los resultados buscados se materializan (hay una tercera parte que es un verificador), el pagador (el Estado en este caso) reembolsa a los inversores el capital invertido más un retorno financiero, cuyo monto está correlacionado con el grado de mejora en los indicadores de impacto social pre acordados” (Sistemas B, 2020). Este instrumento puede resultar particularmente relevante en este contexto, ya que el Estado solo paga en el caso de que se obtengan los resultados preestablecidos y además “gana” tiempo, ya que el desembolso lo realizaría una vez ejecutada la actividad.

En cuanto a los mecanismos no financieros, se identificaron las siguientes clases:

- **Marco político y regulatorio:** Aquí se incluyen mecanismos que desincentivan a las actividades con impacto negativo en el ambiente a través de por ejemplo, prohibiciones, imposición de límites a la producción o contaminación, obligación de realizar modificaciones en el proceso productivo (para realizar el tratamiento de efluentes, por ejemplo), la obligación de reportar impactos en el ambiente y uso de recursos naturales como una barrera comercial si se superan determinados valores, la normativa referida a la responsabilidad extendida del productor, etc.
- **Algunos mecanismos de este tipo que promueven las actividades bioeconómicas** son: la definición de estrategias y metas claras para orientar al sector privado, el registro de nuevos bio productos o servicios (por ejemplo, el registro y caracterización de fertilizantes orgánicos), la formulación de normas de calidad que permitan la certificación para diferenciar productos, la promoción de inversiones a través del instituto Uruguay XXI, la regulación del comercio para reducir aranceles y facilitar el acceso a nuevos mercados, la facilitación y simplificación de trámites para agilizar procesos, la modificación o creación de regulaciones que faciliten la inversión extranjera directa (por ejemplo, una de las razones por las que Brasil invirtió en la empresa de genética molecular Genia fue que el ingreso de muestras al país era más sencillo que en otros países), entre otros.
- **Otros instrumentos no financieros:** Ejemplos de estos instrumentos son: asistencia técnica a productores, capacitaciones (por ejemplo, a través del Instituto Nacional de Empleo y Formación Profesional - INEFOP), compras públicas, reconocimientos (como el Premio Uruguay Circular), campañas de concientización, incorporación de estos temas en los planes educativos, facilitación de la cooperación entre actores relevantes, diálogo con el sector privado para tratar de resolver los problemas conjuntamente y la creación de plataformas de colaboración.

Además, se incluye aquí la creación de bienes públicos, como la inversión en infraestructura, la mejora de la imagen país (por ejemplo, a través de la marca Uruguay Natural o del reporte de la contabilidad ambiental y de las NDC, entre otros reportes que mejoran la transparencia y contribuyen a la diferenciación, generando acceso a precios más altos y mercados más exigentes o eventualmente, permitiendo la permanencia en esos mercados), la I+D+i aplicada a las necesidades de las empresas y consumidores, y la formación de clústeres.

Cuadro 8
Mecanismos de apoyo a la bioeconomía (financieros y no financieros)

| Mecanismo de apoyo | Tipo de mecanismo ^a | | Barreras ^b | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---------------------------------------|---|--|----------------------|------------------------------------|------------------|---|-------------------|------------------------|------------------------------------|-----------------------|------------------------|---------------------------------|---|--------------------------------|------------------------------------|--|--|--|
| | | | Económica | | | Falla de mercado | | | | Falla regulatoria | | | Fact. sociales | | | | | | |
| | Restricción | Incentivo | No rentable | Intensiva en capital | Tecnología no desarrollada todavía | Externalidades | Infraestructura / bienes públicos insuficientes | Falta de mercados | Información imperfecta | Incentivos distintos entre agentes | Costos de transacción | Marco legal inadecuado | Metas y objetivos mal definidos | Fallas de implementación y cumplimiento | Consecuencias no intencionales | Falta de capacidades y habilidades | Hábitos perjudiciales para el ambiente | | |
| Financieros^c | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instrumentos fiscales | Impuestos a actividades contaminantes | | | | | X | | | | | | X | | | | | | | |
| | | | Exoneración de impuestos (IRAE, IMEBA, IP) | X | | | | | | | | | X | | | | | | |
| | | | Créditos fiscales por el IVA | X | | | | | | | | | | X | | | | | |
| | | | Devolución de tributos a la exportación | X | | | | | | | | | | X | | | | | |
| Financiamiento no reembolsable | | Fondos específicos | X | X | | X | | | | | X | | | | | | | | |
| Financiamiento reembolsable | | Préstamos blandos (tasas preferenciales, vencimientos largos) | X | X | | | | | | | X | | | | | | | | |
| | | Garantías | | X | | | | | | | | | | | | | | | |
| Otros instrumentos financieros | | Fideicomiso | | | | | | | | X | | | | | | | | | |
| | | Acuerdos públicos-privados | | X | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Pago por servicios ecosistémicos | X | | | X | | | | | | | | | | | | | |
| | | Pago por resultados | X | | | | | | | | | | | | | | | | |
| No financieros | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Marco político y regulatorio | | Prohibir actividades | | | | X | | | | | X | | X | X | | | | | |
| | | Límites de producción | | | | X | | | | | X | | X | X | | | | | |
| | | Obligación de aplicar procesos para reducir impacto ambiental | | | | X | | | | | X | | X | X | | | | | |
| | | Regulaciones contables, financieras y de reporte | | | | X | | | | | X | | X | X | | | | | |
| | | Responsabilidad extendida del productor | | | | X | | | | | X | | | X | | | | | |
| | | Definir estrategias y objetivos | | | | | | | | | | | X | | | | | | |
| | | Registrar nuevos productos | | | | | | X | | | | X | | X | X | | | | |
| | | Formular normas de calidad | | | | X | | | | | | X | | X | X | | | | |
| | | Certificaciones | | | | X | | | | | | X | | | X | | | | |
| | | Promoción de la inversión | | | | | | X | | | | X | | | X | | | | |
| | Regulación del comercio | | | | | | X | | | | X | | | X | | | | | |

| | Tipo de mecanismo ^a | | Barreras ^b | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|---|-----------------------|----------------------|------------------------------------|------------------|---|-------------------|------------------------|------------------------------------|-----------------------|------------------------|---------------------------------|---|--------------------------------|------------------------------------|--|---|
| | | | Económica | | | Falla de mercado | | | Falla regulatoria | | Fact. sociales | | | | | | | |
| | Restricción | Incentivo | No rentable | Intensiva en capital | Tecnología no desarrollada todavía | Externalidades | Infraestructura / bienes públicos insuficientes | Falta de mercados | Información imperfecta | Incentivos distintos entre agentes | Costos de transacción | Marco legal inadecuado | Metas y objetivos mal definidos | Fallas de implementación y cumplimiento | Consecuencias no intencionales | Falta de capacidades y habilidades | Hábitos perjudiciales para el ambiente | |
| | | Facilitar trámites | | | | | | | | | X | | X | | | | | |
| Otros instrumentos no financieros | | Facilitar cooperación entre actores | X | | | X | | X | X | | | | | | | | X | |
| | | Plataformas de colaboración | | | | X | | X | X | X | | | | | | | X | |
| | | Asistencia técnica | | | | X | | | | | | | | | | | X | |
| | | Capacitaciones / Educación | | | | | | X | | | | | | | | X | X | |
| | | Compras públicas | | | | | | X | | | | | | | | | | |
| | | Reconocimientos | | | | | | | | | | | | | | | | X |
| | | Campaña de concientización | | | | | | | X | | | | | | | | X | X |
| | | Formación de clúster | | | | | X | | | | | | | | | | | |
| | | Inversión pública en infraestructura | | | | | X | | | | | | | | | | | |
| | | I+D+i | | | X | X | X | | X | | | | | | | | X | |
| | | Medir y generar información | | | | | | | X | X | | | | | | | | |
| | | Ec. Comportamental (nudge theory) – ej. opciones predeterminadas, casos exitosos. | | | | | | | | X | | | | | | | | X |

Fuente: Elaboración propia.

Nota:

^a Clasificación de mecanismos utilizada en el curso Evaluación Integrada de Ecosistemas en la Gestión Regional, Wageningen University and Research (documento no público).

^b Clasificación de barreras utilizada en Ellen Mac Arthur (2015).

^c Clasificación de mecanismos financieros utilizada en Biovalor (2020).

Por otra parte, los mecanismos se clasificaron según sean restricciones o incentivos. Esta diferenciación es relevante, pues generalmente se tiende los temas ambientales tienden a asociarse a restricciones o mayores costos, lo que puede generar cierto rechazo a priori para abordar estos desafíos. Por lo tanto, deberíamos priorizar los mecanismos que constituyen incentivos en primer lugar y considerar como segunda opción a las restricciones. Finalmente, se agregaron distintos tipos de barreras y se identificó el mecanismo que sería más adecuado de implementar para superarlas, en base a Ellen Mac Arthur (2015).

2. Revisión de los mecanismos de apoyo actualmente vigentes en Uruguay

Con relación a los mecanismos de apoyo existentes, el proyecto Biovalor también avanzó en este tema y presentó un resumen de los instrumentos financieros disponibles en Uruguay para apoyar actividades amigables con el ambiente¹⁰⁶. Dicho proyecto propuso también mecanismos de apoyo concretos. Concretamente, impulsó junto con ANDE y PAGE la creación del programa Oportunidades Circulares, que otorga fondos no reembolsables para la validación de ideas, puesta en marcha y prototipos e implementación de proyectos de economía circular. También otorga el premio Uruguay Circular, para reconocer empresas o cooperativas que están implementando modelos circulares.

Por otra parte, propuso las siguientes iniciativas en relación a la normativa: incorporación de compost y biogás al reglamento de la Ley de Promoción de Inversiones para exoneración de impuestos por uso de "Tecnologías Limpias", exoneración del IVA para equipos necesarios para la valorización de residuos y minimización de impactos ambientales en el sector industrial y agrícola, normas técnicas de seguridad en planta de biogás, registro de abono orgánico para uso agrícola (a través del registro, quedan automáticamente exentos de IVA), exoneración del IVA por ventas de compost por valorización de residuos (iniciativa rechazada por el MEF en tres oportunidades, pero todavía se sigue impulsando), reglamento para definir la especificación para el uso de residuos como mejoradores del suelo, especificación técnica para el uso de residuos como combustible alternativo, entre otros.

3. Instrumentos de política recomendados

Considerando la información recabada en los puntos anteriores, se propusieron mecanismos de política pública concretos para impulsar el desarrollo de las ocho actividades priorizadas. En el cuadro 9 se presenta información respecto a los instrumentos surgidos en las entrevistas, a los mecanismos que podrían aplicarse según las barreras identificadas (realizado a partir de los cuadros 7 y 8) y finalmente, los instrumentos propuestos en este trabajo.

A su vez, se asignó una categoría de costo a cada instrumento de manera cualitativa. Para esta clasificación se utilizó el siguiente criterio:

- Aquellos mecanismos que están vinculados, por ejemplo, a la coordinación de actores, a comunicar y difundir resultados, a capacitar, a financiar estudios económicos y de mercado, entre otros, fueron clasificados como de bajo costo.
- En tanto, los instrumentos que impliquen financiar la realización de investigaciones experimentales y/o de laboratorio, como, por ejemplo, para la medición del impacto productivo del compost y el pellet para establecer estándares, registrar y certificar fueron considerados de costo medio.
- Por su parte, los mecanismos que impliquen otorgar subsidios para realizar inversiones o brindar acceso a créditos blandos o no reembolsables fueron considerados de costo alto.

¹⁰⁶ El informe completo se encuentra en este link y el resumen se encuentra aquí.

Cuadro 9
Instrumentos de política recomendados para el desarrollo de los bio productos y servicios priorizados

| Prioridad | Bioproducto o servicio | Residuo | Instrumentos surgidos de entrevistas | Instrumentos "teóricos" de acuerdo con barreras | Instrumentos sugeridos | Costo del instrumento | |
|-------------------------|---|--|--------------------------------------|---|--|---|-------|
| 1 | Pellets de compost | rumen y estiércol (frig.) | - | Registrar nuevos productos. | 1 - Investigar si en mercados cercanos también se importa el fertilizante que fue sustituido en Uruguay por el pellet que generó Bioterra para analizar si es posible que lo importen desde Uruguay, en lugar de Europa. (Estudio) | Bajo | |
| | | | | Promoción de la inversión. | | | |
| | | | | Regulación del comercio. | | | |
| | | | | Compras públicas. | | 2 - Envío de muestras gratis o con la condición de que solo se pague si efectivamente el pellet tiene un impacto productivo positivo. El costo de esta medida podría asumirlo el estado (estrategia comercialización) | Bajo |
| | | | | Medir y generar información. | | | |
| | | | | Formular normas de calidad. | | | |
| | | | | Facilitar trámites. | | 3 - Generar incentivos (promover investigación en nuevos paquetes tecnológicos por ejemplo) para que sea atractivo usarlo en otros rubros agropecuarios y no solo en fruticultura. (Investigación) | Medio |
| I+D+i, Certificaciones. | 4 - Medir impactos productivos, establecer estándares y certificar. (Investigación y Certificación) | Medio | | | | | |
| 2 | Compost / enmienda orgánica | rumen y estiércol, sangre, lodos (frig.) | - | Registrar nuevos productos. | 5 - Biovalor presentó ante el MEF una propuesta para exonerar el IVA a las enmiendas orgánicas pero fue rechazada con el argumento de que es utilizada solo en jardinería. Seguir apoyando esta iniciativa. Generar más evidencia que muestre que el beneficio de realizar esta exoneración supera sus costos. En ese sentido Biovalor también realizó un estudio del mercado de compost y marcó las barreras que hay que superar para poder aumentar la demanda. Seguir profundizando en esas conclusiones. En particular, sería necesario cuantificar el mercado orgánico, agroecología. (Estudio) | Bajo | |
| | | | | Promoción de la inversión. | | | |
| | | | | Regulación del comercio. | | | |
| | | | | Compras públicas. | | | |
| | | | | Medir y generar información. | | | |
| | | | | Formular normas de calidad. | | | |
| | | | | Facilitar trámites, I+D+i, | | 6 - Medir impactos productivos, establecer estándares y certificar. (Investigación y Certificación) | Medio |
| Certificaciones. | | | | | | | |

| Prioridad | Bioproducto o servicio | Residuo | Instrumentos surgidos de entrevistas | Instrumentos "teóricos" de acuerdo con barreras | Instrumentos sugeridos | Costo del instrumento | |
|-----------|------------------------|------------------------------------|---|---|--|---|------|
| 2 | | estiércol (tambos) y pelos (curt.) | Industrias podrían penalizar a los productores que no realicen el tratamiento de efluentes. Las industrias son auditadas por el exterior, lo que genera incentivos para realizar una trazabilidad ambiental. Piden la lista de tambos y pueden visitar cualquiera de ellos. Créditos a largo plazo y con bajas tasas de interés. Renta de la tierra > tasa de interés. Fideicomiso financiero con fondos de AFAPs, que manejan plazos más largos. Emitir por ejemplo, papeles a 15 años que se pueden vender, títulos de deuda, de interés. | Exoneraciones. | 7 - Estudiar los resultados de la ayuda brindada a los pequeños y medianos tamberos en la Cuenca del Santa Lucía por el proyecto DACC (análisis realizado por el equipo de Evaluaciones de OPYPA/MGAP). En función de eso y tomando los resultados del proyecto de "circularidad de nutrientes en tambos", evaluar la posibilidad de otorgar nuevos fondos no reembolsables. (Estudio y Desembolsos eventualmente) | Alto | |
| | | | | Fondos no reembolsables. | | | |
| | | | | Préstamos blandos. | | | |
| | | | | Pago por servicios ecosistémicos. | | | |
| | | | | Pago por resultados. | | | |
| | | | | Facilitar cooperación entre actores. | | 8 - Difundir resultados de la investigación que se está realizando. (Comunicación y Capacitación) | Bajo |
| | | | | Fideicomiso. | | 9 - Estudiar los costos de potabilización del agua y estudiar qué otros servicios ecosistémicos se ven afectados por la contaminación de las aguas. (Estudio) | Bajo |
| 2 | Biocombustible | rumen, estiércol y grasa (frig.) | - | Plataformas de colaboración. | 10 - Estudiar soluciones implementadas en otros países, en donde por ejemplo, se establecen transferencias entre agentes privados, etc. (Estudio) | Bajo | |
| | | | | Brindar asistencia técnica, capacitaciones y reconocimientos. | 11 - Establecer acuerdos de largo plazo entre propietarios y arrendatarios de la tierra. (Estudio y Coordinación) | Bajo | |
| | | | | Campañas de concientización | 12 - Evaluar la posibilidad de realizar un fideicomiso financiero con fondos de las AFAPs y coordinado por el gobierno. (Coordinación) | Bajo | |
| | | | | Formular normas de calidad. | 13 - El proyecto Biovalor formuló una especificación técnica para el uso de residuos como combustible alternativo. Todavía está en proceso de revisión. Seguir apoyando esta iniciativa. (Apoyo) | Bajo | |
| 2 | | | | Brindar asistencia técnica, capacitaciones y reconocimientos. | 14 - Difundir los resultados obtenidos en el proyecto demostrativo de Biovalor (Ontilcor) y las lecciones aprendidas durante el proceso, para evitar errores en el futuro y así reducir costos de la inversión. (Comunicación) | Bajo | |
| | | | | I+D+i. | 15 - Estudiar maquinarias alternativas para reducir el costo de la inversión. Por ejemplo, a través del uso de una briqueteadora el | Bajo | |
| | | | | Facilitar trámites. | | | |

| Prioridad | Bioproducto o servicio | Residuo | Instrumentos surgidos de entrevistas | Instrumentos "teóricos" de acuerdo con barreras | Instrumentos sugeridos | Costo del instrumento |
|-----------|------------------------|--------------------|--|--|---|-----------------------|
| | | | | | costo sería significativamente más bajo. (Estudio) | |
| 2 | Leche tipo A2 | N/A | - | I+D+i. Promoción de la inversión. Registrar nuevos productos. | 16 - Realizar estudios de rediseño y logística del sistema productivo y de prefactibilidad técnica y económica. Realizar estudio de mercado para identificar potenciales clientes. (Estudio) | Bajo |
| | | | | Formular normas de calidad. Facilitar trámites. | 17 - En caso de que la evaluación resulte positiva, incentivar / atraer inversiones y promover exportaciones del producto (a través de Uruguay XXI por ejemplo), agilizar las habilitaciones de los organismos involucrados, registrar el nuevo producto. (Varios) | Bajo |
| 3 | Biogás | estiércol (tambos) | Favorecer la articulación interinstitucional para la gestión de residuos, generar un gasoducto, la unidad agroalimentaria situada en ruta 5 tiene una demanda energética interesante. Línea de crédito blando del BROU. Generar prototipos para 2 o 3 escalas diferentes: chica, mediana y grande. No es complicado la instalación de digestores a esa pequeña escala, digestor sencillo que puede hacerse con materiales que se consiguen localmente (tanque perduril por ejemplo). | Exoneraciones. Fondos no reembolsables. Préstamos blandos. Pago por servicios ecosistémicos. Pago por resultados. Facilitar cooperación entre actores. Brindar asistencia técnica, capacitaciones y reconocimientos. | 18 - Difundir los resultados obtenidos en el proyecto demostrativo de Biovalor (Rincón de Albano) y las lecciones aprendidas durante el proceso, para evitar errores en el futuro y así reducir costos de la inversión. (Comunicación) | Bajo |
| | | | | | 19 - Dado que la tecnología es viable cuando se tiene una escala de al menos 500 vacas en ordeño, realizar estudios de prefactibilidad para la aplicación de esta tecnología a partir del estiércol de varios tambos y/o de diferentes residuos biológicos. En ese sentido, Biovalor realizó un estudio de prefactibilidad para el Instituto Nacional de Colonización (INC), pero la inversión no llegó a ser realizada por el instituto. Realizar el estudio en otra zona del país puede ser más atractivo, por ejemplo, en el eje de ruta 5, como surgió de las entrevistas. Además, un factor muy importante en el éxito de las tecnologías es el agente que lo implementa. El liderazgo y el convencimiento de esas personas es esencial. (Estudio) | Bajo |

| Prioridad | Bioproducto o servicio | Residuo | Instrumentos surgidos de entrevistas | Instrumentos "teóricos" de acuerdo con barreras | Instrumentos sugeridos | Costo del instrumento |
|-----------|--|--|---|---|---|-----------------------|
| 3 | Colágeno, péptidos de colágeno e hidrolizado de colágeno | hue., rec. y art., cueros (frig.), rec. y vir. sin cromo (curt.) | | Exoneraciones. Fondos no reembolsables. Préstamos blandos. Facilitar cooperación entre actores. I+D+i. Brindar asistencia técnica, capacitaciones y reconocimientos. | 20 - Difundir los resultados de las investigaciones que se están haciendo en esta área. En particular, se encuentra en proceso el proyecto "Apoyo a la Dirección Nacional de Industrias para el fortalecimiento del área de política industrial para la valorización de subproductos resultantes de la cadena de valor de la industria cárnica" enfocado principalmente a las curtiembres. (Comunicación) | Bajo |
| | | | - | | 21 - Realizar estudios de prefactibilidad técnica y económica. Realizar estudio de mercado para identificar potenciales clientes. (Estudio) | Bajo |
| | | | | | 22 - En caso de que la evaluación resulte positiva, incentivar / atraer inversiones y promover exportaciones del producto (a través de Uruguay XXI por ejemplo), agilizar las habilitaciones de los organismos involucrados, registrar el nuevo producto. (Varios) | Bajo |
| 3 | Lactosa | Suero (industria láctea) | Apoyar inversiones de riesgo. Diseño, inversión y operación de un Centro Tecnológico (CT) Lácteo. UTEC y Udelar podría dar soporte a la industria ofreciendo servicios tecnológicos. Institución que oficie de mediador para coordinar el trabajo conjunto de los distintos actores involucrados en el CT. Soporte para garantizar la confidencialidad de | Exoneraciones, Fondos no reembolsables, Préstamos blandos, Facilitar cooperación entre actores, Acuerdos público-privado, | 23 - Realizar estudio de mercado para identificar potenciales clientes. Actualizar el estudio de prefactibilidad que analiza la posibilidad de valorizar el suero proveniente de diferentes establecimientos. (Estudio) | Bajo |
| 3 | Suero lácteo microparticulado | Suero (ind. láctea) | | Promoción de la inversión, Regulación del comercio, Compras públicas, I+D+i, | 24 - Difundir los resultados de las investigaciones que se están haciendo en esta área. (Comunicación) 25 - Brindar acceso a créditos blandos o fondos no reembolsables. (Créditos y Desembolsos) | Bajo Alt o |

| Prioridad | Bioproducto o servicio | Residuo | Instrumentos surgidos de entrevistas | Instrumentos "teóricos" de acuerdo con barreras | Instrumentos sugeridos | Costo del instrumento |
|-----------|------------------------|---------|---|--|---|-----------------------|
| | | | los acuerdos entre empresas y centros de investigación o universidad. Análisis económico de distintas soluciones de infraestructura para procesamiento del suero, modelos de negocio para generar productos concentrados y deshidratados (cantidad de suero, costo de transporte, costo de mantenimiento, etc). | Medir y generar información, Certificaciones, Brindar asistencia técnica, capacitaciones y reconocimientos, Formular normas de calidad, Facilitar trámites. | 26 - Realizar asociación pública privada para desarrollar infraestructura necesaria para el transporte de la materia prima. Aprovechar la infraestructura que se desarrollo para UPM. (Coordinación y Desembolsos eventualmente) 27 - Facilitar la cooperación entre actores. En el PAEC se plantó que de llevarse adelante un CTL el INALE por ejemplo podría liderarlo. (Coordinación) | Alto Bajo |

Fuente: Elaboración propia con base en entrevistas a expertos, documentos teóricos y recomendaciones propia.

Por último, cabe comentar que de las entrevistas y otros materiales surgieron instrumentos para otras actividades que finalmente no fueron priorizadas, por lo que no se incluyeron en el cuadro 9. A continuación se listan esos mecanismos en función del bioproducto:

- Hemoglobina y plasma, albúmina y cero albúmina y harina de sangre: llegar a un acuerdo entre los actores y generar contratos formales, asegurando cantidad y calidad de materia prima. Reformular el método de recolección de la sangre Kosher para posibilitar su procesamiento por secado aerosol. Buscar apoyo de ANDE y ANII para la elaboración de un proyecto conjunto de desarrollo de proveedores. Buscar apoyo del fondo de Eficiencia Energética. Generar una línea específica del Fondo Industrial. Reducciones de impuestos. (Taller Plan de Acción en Economía Circular).
- Insumo para producto farmacéutico a partir del suero fetal bovino: sectorizar el país y declarar, por ejemplo, un departamento libre de aftosa. Al controlarlo se obtiene un diferencial, un subproducto muy valioso que puede ser utilizado en la industria farmacéutica. Se podría centralizar el equipo gamma que está en el LATU.
- Mejoramiento de razas, de la eficiencia de conversión, reducción de emisiones de metano en rumiantes, causales genéticas de enfermedades, resistencia a estreses y genotipado: definir un plan estratégico ambicioso. Promocionar que Uruguay está trabajando sobre cómo producir con un menor impacto ambiental negativo, posicionamiento país - etiquetado, sellos de reconocimiento internacional. El convencimiento de los generadores de política es fundamental. Hay que propiciar un entorno facilitador de las interacciones / coordinación entre actores. Convenio de Uruguay XXI con empresa de genómica para que sea posible evaluar muestras de otros países de la región como Argentina y Brasil. Exoneración de IVA para la realización de test en vacas para los cabañeros. Subvención para compra del equipamiento de alto costo para hacer la selección genómica (la importación ya tiene exoneración fiscal) o servitización del equipamiento (compra por parte del LATU y venta del servicio a las empresas de genómica). Creación de un Centro Tecnológico de Genómica (aunque esto implicaría una mayor inversión, adicional a la del equipamiento).
- Cueros: para evitar que las multinacionales se lleven la materia prima, se mencionaron dos opciones opuestas. Por un lado, se podría imponer un costo o barrera administrativa para desincentivar/impedir que los residuos se vayan de Uruguay. Por el contrario, se propuso generar un incentivo, por ejemplo, a través del otorgamiento de un descuento en el pago de impuestos por mantener los residuos en el país. Ese descuento se justificaría porque disponer de los residuos acá abre oportunidades de negocio y de empleo que de otra forma se perderían. Además, también se obtiene el co-beneficio de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero por eliminar el transporte hacia otro país.

Finalmente, otros instrumentos complementarios que se señalan en CEPAL (2020) y que aplicarían en general a varias de las actividades analizadas son:

- Facilitar el teletrabajo: el Covid aceleró el pasaje a la modalidad de trabajo virtual y es esperable que esto se mantenga en el futuro. Por lo que es necesario mejorar el acceso a las tecnologías digitales y capacitar en esos temas.
- Desarrollo de las finanzas verdes: es necesario aumentar el acceso a créditos blandos para financiar proyectos de bajo impacto ambiental. En efecto, como se indicó en el análisis de barreras, uno de los principales desafíos identificados fue el elevado costo de inversión y el limitado acceso al financiamiento.

En cuanto al teletrabajo, el acceso a internet está muy extendido en Uruguay. Respecto a las capacitaciones en general, el INEFOP ofrece diversos cursos tanto a ocupados como desocupados. Además, da la posibilidad de tomar cursos que se encuentran disponibles en la plataforma de Coursera y Microsoft¹⁰⁷.

En tanto, en relación a las finanzas verdes, el programa Oportunidades Circulares apoya a los emprendimientos que trabajan en economía circular otorgando créditos no reembolsables, pero los fondos se vieron drásticamente reducidos por la pandemia. Por tanto, es importante conseguir nuevos donantes para que aporten a ese fondo para que se puedan continuar promoviendo ese tipo de actividades.

D. Análisis de costo-efectividad

Teniendo en cuenta el costo de los instrumentos y los impactos de las actividades en términos de producción, generación de empleo e impactos ambientales, se calcularon los ratios de costo-efectividad de cada instrumento para determinar cuál de ellos tiene un mayor impacto por peso gastado. Los resultados se muestran en el diagrama 8.

El cuadrante verde oscuro contiene los instrumentos más apropiados, ya que, si bien tienen un bajo costo, contribuyen a generar un impacto alto si la actividad lograra efectivamente expandirse con la ayuda proporcionada. Por el contrario, el cuadrante rojo oscuro contiene las peores opciones, ya que implicarían un costo alto con impactos acotados. Situaciones intermedias son, por ejemplo, los casos en los que tanto el costo como los impactos son de la misma categoría.

Cuando se midió la efectividad en términos de empleo, los ratios estimados se ubicaron en distintos cuadrantes debido principalmente a que el impacto en el empleo de las actividades priorizadas fue muy variable. En cambio, cuando se midió la efectividad en términos de producción y ambiente, los resultados estuvieron mucho más concentrados, ya que las ocho oportunidades priorizadas tenían en todos los casos un impacto alto en las dos dimensiones. No hay diferencias entre producción y ambiente, ya que ambas variables fueron analizadas tomando en cuenta el volumen de residuos consumido y la tasa de conversión de residuos a productos. Un tercer factor que se tomó en cuenta en la evaluación de la dimensión ambiental y no se consideró en la de producción fue el grado de peligrosidad de los residuos que toman como insumo para generar los bioproductos. Sin embargo, en las ocho actividades seleccionadas, todos los residuos tenían un nivel de peligrosidad bajo.

En definitiva, los mecanismos de apoyo más convenientes serían los que aparecen en el cuadrante de arriba a la izquierda. Los instrumentos que aparecen ahí cuando se toma en cuenta el empleo también aparecen en el primer cuadrante del segundo diagrama. Por tanto, promover esos instrumentos de bajo costo, redundaría en la generación de impactos altos tanto en el empleo como en la producción y en el ambiente.

Estos instrumentos son: estudiar la posibilidad de extender el mercado de pellets de compost en la región (por ejemplo, a través de estrategias comerciales agresivas - descuentos importantes o envío de las primeras muestras gratis para que potenciales compradores prueben su efectividad, su impacto productivo¹⁰⁸ - y/o investigando si en países vecinos se importan desde mercados lejanos fertilizantes con una composición equivalente a la de los pellets para analizar si es posible que los importen desde Uruguay¹⁰⁹), difundir los resultados de los estudios de factibilidad técnica y económica realizados y

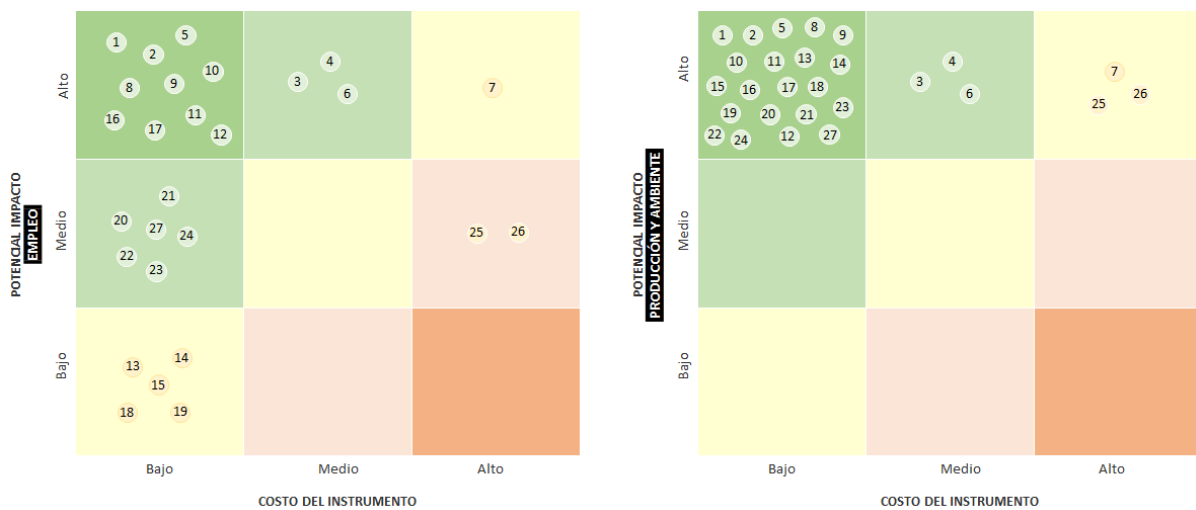
¹⁰⁷ <http://www.inefop.org.uy/categoria/Capacitarse-72?pagina=1>.

¹⁰⁸ El costo de dichas medidas podría afrontarlo el estado o se podría utilizar el mecanismo de pago por resultados, donde hay una tercera parte involucrada que asume los riesgos (ver sección E1).

¹⁰⁹ Esto fue lo que sucedió en nuestro país, las importaciones realizadas desde Europa del fertilizante equivalente al pellet de compost fueron sustituidas por producción local.

experiencias piloto (de los proyectos desarrollados por la academia sobre manejo de efluentes, los de Biovalor, etc.), profundizar en el estudio de mercado de Biovalor sobre compost, cuantificar el mercado orgánico, capacitar en la existencia y utilización de las distintas tecnologías comentadas, evaluar la posibilidad de establecer acuerdos de largo plazo entre propietarios y arrendatarios de la tierra para promover una solución más duradera respecto a la circularidad de nutrientes en tambos, evaluar la posibilidad de realizar un fideicomiso financieros con fondos de las AFAPs y coordinado por el gobierno para atender el mismo problema señalado en el punto anterior, realizar estudios de rediseño para evaluar la viabilidad de producir por separado la leche tipo A2, promover exportaciones de los nuevos bioproductos a través de Uruguay XXI, agilizar el proceso de habilitación y registro de los nuevos bioproductos por parte de los organismos involucrados, entre otros.

Diagrama 8
Costo-efectividad de instrumentos recomendados para el desarrollo de los bio productos y servicios priorizados



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Los números que aparecen en las gráficas corresponden al número de instrumento listado en el cuadro 8, en la penúltima columna.

V. Conclusiones

A. La bioeconomía: redes de valor basadas en la biomasa

El modelo de desarrollo de la bioeconomía se inserta en el debate ya existente en ALC sobre si los recursos naturales pueden ser un motor de desarrollo. La dinamización reciente de la economía basada en recursos naturales en la región permite posicionarse para emprender el camino hacia este otro desarrollo. La pandemia puso este posicionamiento estratégico en primera línea de prioridad. No obstante sin políticas productivas, de empleo y de CTI focalizadas ello no será posible.

Hay actores relevantes en el desarrollo de la bioeconomía que no son sólo las CGV, también las CRV, las PYMEs, los productores y el Estado son prioritarios para lograr que la explotación de los recursos naturales pueda contribuir al desarrollo territorial y ecológico, incorporando y generando innovaciones genuinas, a la diferenciación de productos, al procesamiento local y a la difusión de encadenamientos y derrames. La reorganización post-Covid-19 de las CGV puede no incluir de la misma manera a los actores que están aguas arriba de esas cadenas, suministrando materias primas poco procesadas.

Para entender cabalmente cómo puede la bioeconomía circular contribuir a un nuevo modelo de desarrollo es adecuado utilizar el concepto de 'red de valor basada en la biomasa' como una extensión del concepto de cadena de valor con el objetivo de capturar los vínculos dentro y entre las cadenas de valor que surgen del uso en cascada y conjunto de biomasa. El otro concepto es el de sistema nacional de innovación que sirve para identificar los diferentes tipos de actores involucrados en la red de valor de la biomasa y los vínculos entre ellos. Un tercer concepto es el de innovación abierta, dada la complejidad involucrada en la bioeconomía circular, la integración de conocimientos y experiencias entre empresas y la academia es fermental.

Para que la bioeconomía circular se pueda convertir en una opción real de desarrollo, se necesitan políticas focalizadas y Uruguay ya dispone de un marco de políticas potente para el desarrollo de la bioeconomía. Todo depende de lo que logre hacer Uruguay para generar ventajas competitivas en la nueva economía global conjugando el desarrollo territorial y los sistemas locales de innovación abierta. En ese marco, enfrenta dos opciones claras para el futuro: a) Continuar en el sendero histórico para integrarse al mundo como proveedor de alimentos poco procesados y otros productos de base primaria

a las CGV existentes. Un esquema que ha servido en el pasado, pero que presenta claramente limitaciones de diversificación productiva y expectativas de bienestar hacia el futuro; y b) Planificar un nuevo rumbo pensado desde la visión de la convergencia entre la economía digital y la bioeconomía, aprovechando los recursos e inversiones que ya se tienen y que pueden servir de base para una nueva estrategia de inversiones y desarrollo de cara a la diversificación de la matriz productiva.

B. Oportunidades de valorización a través de la innovación

Uruguay ha sido históricamente proveedor de *commodities* de escaso valor agregado en las cadenas de valor basadas en recursos naturales. En este trabajo se analizaron las oportunidades bioeconómicas dentro de los sectores cárnico y lácteo y de vacunas veterinarias.

De los diferentes niveles de valorización de los residuos y subproductos se observa que Uruguay ha optado por las vías que agregan menos valor. Se observa tanto en las valorizaciones de los residuos de la industria cárnica como en la láctea. En muchos casos el agregado de un paso en la valorización no implica necesariamente grandes inversiones en planta y equipamiento y sin embargo se opta por los desarrollos más básicos. Hay una tendencia en replicar los modelos de “subvalorización” en el agregado de valor que se da también en otras industrias de *commodities* de Uruguay.

Para cortar con este ciclo de subvalorización se observó que se requiere la intervención de nuevos actores, ajenos a las industrias ya existentes, y que sean altamente innovadores. Algunos ejemplos pioneros en este sentido se pueden ver en, por ejemplo, la producción de lanolina o la producción de heparina en Uruguay. No obstante, estas industrias fueron creadas por investigadores o personas muy motivadas por la innovación que vieron una oportunidad en la valorización de estos residuos. Para poder replicar estas experiencias a una escala mucho más ambiciosa es necesario impulsar la creación de *start ups* en forma sistemática, en torno a este sector y que se diferencien claramente por su impulso innovador¹¹⁰.

Una de las conclusiones centrales de este trabajo es que es necesario que las empresas productivas tradicionales (cárnicas y lácteas) trabajen junto a los fondos de capitales de riesgo habilitando el surgimiento de algunos de estos emprendimientos de base tecnológica.

En el sector cárnico (subproductos de frigoríficos y curtiembres) las opciones de valorización y las salidas innovadoras son muy amplias dado que los tipos de subproductos que se generan son más diversos respecto a la industria láctea que está casi que únicamente basada en el suero lácteo. Se observan valorizaciones muy básicas como son las harinas de sangre y el plasma seco. No obstante, es necesario la generación de nuevas empresas que valoricen mucho más estos subproductos. Hay gran apertura de la industria a colaborar con la academia, lo que es un punto sin duda positivo para el desarrollo de proyectos de I+D que podrían derivar en la generación de emprendimientos. Es curioso que hace dos décadas se valorizaban muchos más los residuos y subproductos de este sector que actualmente. Los avances tecnológicos actuales hacen repensar el tipo de valorizaciones que muy seguramente sean diferentes a las que se hacía hace 20 años.

En el sector lácteo las opiniones de múltiples de actores del sector de investigación académica apuntan hacia la necesidad de una mayor disposición a la innovación y a una mayor vinculación entre las empresas líderes del sector y el sector de investigación universitario, incluyendo una mayor confianza en las capacidades nacionales. El sistema académico uruguayo ha dado pruebas contundentes de su competencia a nivel internacional; un ejemplo cercano se observa en la respuesta a la pandemia mediante soluciones tecnológicas muy bien diseñadas e implementadas (Deana y Pittaluga, 2020).

¹¹⁰ En Israel, por ejemplo, existe la continua creación de *start ups* de altísimo valor en el mercado, lo que se da a conocer como la transición de *start up nation* a *scale up nation* (IIA, 2019).

En los sectores transversales analizados esta actitud empresarial de innovación cerrada no se observa, es más bien todo lo contrario. La apuesta a la innovación abierta es constante y sólida lo que les permite no sólo mantenerse en el mercado sino también crecer, incorporar nuevas tecnologías y adaptarse a los nuevos desarrollos.

La genómica, al ser un área muy nueva, y que requiere de profesionales del sector científico con formación en genética y bioinformática, implícitamente condiciona que el tipo de empresas que se puedan crear tengan un perfil muy innovador. Como se ha discutido en este informe los programas de mejoramiento de razas son por el momento programas piloto, que al implementarse como programas nacionales van a requerir de capacidades de estudios en genómica mucho más ampliadas. Esto da lugar a la oportunidad de creación de empresas en este sector. Es en el sector de la genómica donde se evidencia con mucha claridad la convergencia de la innovación abierta aplicada al uso de *big data* derivada de la secuenciación masiva y la trazabilidad del ganado para lograr carnes de óptima calidad.

En cuanto al sector de vacunas veterinarias, fue de los primeros sectores de la biotecnología nacional que se desarrollaron, junto con el de inóculos del suelo (gracias a la escuela de investigación en bacterias fijadoras de nitrógeno del IIBCE y la Facultad de Agronomía de la Udelar), y responden ambos sectores a una fuerte demanda de soluciones del sector agroexportador. Las empresas de vacunas veterinarias están todas ellas exportando, lo que indica que tienen un fuerte potencial de expansión. Sin embargo, se observa que las empresas productoras de vacunas veterinarias no han empezado a generar vacunas recombinantes que podrían ser más específicas y eficientes. El sector académico brinda constantemente soluciones en este sentido, y es de donde podrían surgir las futuras empresas de vacunas con alto contenido en conocimientos. El modelo de negocios de CRO es igual de válido en este sector como en los anteriores.

En suma, la creación de sistemas sectoriales de innovación conectados e imbricados en las redes de valor basadas en biomasa es central para el desarrollo de la bioeconomía circular en Uruguay. Sin ello no se podrá seguir el camino de mayor valor agregado en la valorización de los residuos y subproductos de los sectores analizados en este documento.

C. Hacia un nuevo modelo de desarrollo productivo basado en la innovación

Algunas de estas oportunidades identificadas ya están siendo exploradas, ya sea porque se están realizando pruebas de laboratorio, existen experiencias comerciales piloto o estudios de factibilidad económica y técnica. De todas formas, todavía queda un largo camino por recorrer para que las actividades identificadas se consoliden.

En línea con ese diagrama, es importante lograr una transición hacia modelos de desarrollo productivo sostenible basados en la bioeconomía, la economía circular y la economía verde. Cada vez es menos posible ignorar los problemas ambientales que estamos enfrentando. Además, las actividades tradicionales han permanecido relativamente estables en los últimos años, sin mostrar dinamismo. Se necesitan actividades innovadoras y generar nuevas redes de valor, que además permitan generar empleo y reducir el impacto ambiental. A su vez, debido a la crisis provocada por la pandemia, se necesita que esos nuevos bio productos y servicios se desarrollen lo antes posible.

En ese marco, se realizó el análisis cualitativo de las 30 oportunidades para las cuales había información, que contempló las siguientes variables: volumen de producción, rentabilidad, empleo e impacto ambiental. Dicha evaluación mostró que la mayoría de los productos indicados tendrían una rentabilidad alta o media, que podrían alcanzarse volúmenes medios o altos de producción en varios casos, minimizando al mismo tiempo el impacto ambiental.

Sin embargo, surgieron dos elementos de preocupación. La mayoría de los bio productos y servicios tienen un impacto medio en la generación de empleo y generalmente se trata de empleos calificados y permanentes. Si bien esto es muy positivo, ya que los empleos calificados generalmente están asociados a buenas condiciones de trabajo, al mismo tiempo dificulta la inserción laboral de las personas menos calificadas, que fueron las más perjudicadas por la crisis asociada al Covid-19 y que representan la mayor parte de los desempleados. La segunda preocupación refiere a que la mayor parte de las actividades requieren de un plazo largo para poder expandirse. Por lo tanto, es necesario implementar medidas adicionales para contrarrestar estos aspectos, por ejemplo, facilitar el teletrabajo y la reconversión laboral, agilizar trámites, favorecer el traspaso de tecnologías y difundir lecciones aprendidas.

Más allá de esas consideraciones generales, las actividades identificadas enfrentan diversas barreras más concretas, entre las que se destacan: la baja disposición a innovar en tecnologías de valorización de residuos de las industrias cárnica y láctea (su foco es la producción de carne y leche y no conocen en profundidad los otros negocios) y la necesidad de apoyar a emprendedores fuera de esas industrias para desarrollar los nuevos bio productos y servicios, la necesidad de coordinación entre los actores, la reducida escala de producción, altos costos de inversión, de transporte y logística, falta de estudios técnicos, económicos y de mercado, entre otros.

Para superar esas barreras en concreto, se sugirieron diferentes instrumentos para las 8 actividades priorizadas, entre los que se destacan: la realización de investigaciones y estudios técnicos, económicos y de mercado, la difusión y comunicación de resultados, capacitaciones en temas concretos, coordinación de actores, otorgamiento de créditos blandos y desembolsos no reembolsables, etc. Además, se evaluaron de manera cualitativa sus costos y se calcularon los ratios de costo-efectividad.

Los resultados indican que los mecanismos de apoyo más convenientes serían: estudiar la posibilidad de extender el mercado de pellets de compost en la región (por ejemplo, a través de estrategias comerciales agresivas —descuentos importantes o envío de las primeras muestras gratis para que potenciales compradores prueben su efectividad, su impacto productivo— y/o investigando si en países vecinos se importan desde mercados lejanos fertilizantes con una composición equivalente a la de los pellets para analizar si es posible que los importen desde Uruguay), difundir los resultados de los estudios de factibilidad técnica y económica realizados y experiencias piloto (p. ej. de los proyectos desarrollados por la academia sobre manejo de efluentes, y los de Biovalor), promover la generación de emprendimientos innovadores en estas áreas, profundizar en el estudio de mercado de Biovalor sobre compost, cuantificar el mercado orgánico, capacitar en la existencia y utilización de las distintas tecnologías comentadas, evaluar la posibilidad de establecer acuerdos de largo plazo entre propietarios y arrendatarios de la tierra para promover una solución más duradera respecto a la circularidad de nutrientes en tambos, evaluar la posibilidad de realizar un fideicomiso financieros con fondos de las AFAPs y coordinado por el gobierno para atender el mismo problema señalado en el punto anterior, realizar estudios de rediseño para evaluar la viabilidad de producir por separado la leche tipo A2, promover exportaciones de los nuevos bioproductos a través de Uruguay XXI, agilizar el proceso de habilitación y registro de los nuevos bioproductos por parte de los organismos involucrados, entre otros.

Todos esos mecanismos de apoyo tendrían un bajo costo en términos comparativos con los otros instrumentos manejados y podrían generar un alto impacto en términos de generación de empleo y aumento de la producción con una menor afectación al ambiente.

Finalmente, el ejercicio realizado en este estudio puede servir como guía para aplicar a otras oportunidades bioeconómicas identificados en la propuesta de Estrategia de Bioeconomía, que no fueron abordadas aquí. Puede aportar insumos para armar un plan de trabajo, estableciendo metas, indicadores, actividades y plazos, por ejemplo. En cuanto a las metas, medir la contribución actual de las actividades bioeconómicas a la economía daría el punto de partida. A su vez, los objetivos planteados

para otros compromisos, como la NDC, podrían ser tomados en cuenta para definirlos. Además, podría ser relevante realizar un diagnóstico inicial para identificar los principales pasos a seguir para impulsar el desarrollo de las actividades que sean priorizadas o para definir medidas transversales que apliquen a todas en conjunto. Los plazos a establecer para realizar las actividades y alcanzar los objetivos también podrían estar basados en ese diagnóstico y en los plazos establecidos en otros compromisos del país.

En el futuro se puede seguir profundizando en algunos puntos que quedaron fuera del alcance de este trabajo. En particular, algunos aspectos que sería interesante analizar son:

- Profundizar en el análisis de aquellas oportunidades que fueron identificadas con mayor potencial.
- Estimar el peso de la bioeconomía en el PIB del país. En relación a este tema, en el paso 1 de la metodología se vincularon la mayoría de las oportunidades identificadas (más de 100) con las categorías definidas en la CIIU rev.4, utilizadas en las cuentas nacionales.
- Incluir aspectos geográficos. Más concretamente, georeferenciar el origen de los residuos generados (Biovalor ya avanzó en el mapeo de algunos de los residuos analizados aquí). Esto es relevante para analizar la escala de producción y la posibilidad de utilizar un mismo residuo provenientes de diferentes establecimientos o de utilizar conjuntamente diferentes tipos de residuos para producir un mismo producto. También sería un insumo importante para estudios de logística y transporte.
- Analizar con más detalle el tipo de trabajo que demandan las oportunidades identificadas y compararlo con la oferta de trabajo disponible en el mercado laboral. Estudiar en particular, las características de las personas desocupadas y sus posibilidades de reconversión y reinserción.
- Estudiar los planes educativos para ver si están alineados con las necesidades de las oportunidades identificadas. Proponer nuevos cursos en caso de que sea necesario o ampliar los ya existentes.

Bibliografía

- ASDF (2020), Análisis de los beneficios percibidos de la Economía Circular para Uruguay. Americas Sustainable Development Foundation. Documento no publicado todavía.
- Bah, C. S. F., Bekhit, A. E. D. A., Carne, A., & Mcconnell, M. A. (2013), Slaughterhouse blood: An emerging source of bioactive compounds. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12(3), 314–331. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12013>.
- Bastidas-Oyanedel, J. R., Bonk, F., Thomsen, M. H., & Schmidt, J. E., (2015, September 12), Dark fermentation biorefinery in the present and future (bio)chemical industry. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*. Kluwer Academic Publishers. <https://doi.org/10.1007/s11157-015-9369-3>.
- Beltrán Fernández, C., & Perdomo Robayo, W. F. (2007), Aprovechamiento de la sangre de bovino para la obtención de harina de sangre y plasma sanguíneo en el Matadero Santa Cruz de Malambo Atlántico. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/107.
- Bianchi, C. (2014), Empresas de biotecnología en Uruguay 2010-2012. Serie Documentos de Trabajo, DT 24/2014. Instituto de Economía, Facultad de Ciencias Económicas y Administración, Universidad de la República, Uruguay.
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo) (2020), Del confinamiento a la reapertura: consideraciones estratégicas para el reinicio de las actividades en América Latina y el Caribe en el marco de la Covid-19, autores: Pagés C., Aclan C., Alfonso M., Arroio R., Irigoyen J.L., Mejía I., Mendieta C., Moreno S., Muelle S., Peñaherrera S., Pombo C., Regalía F., Savedo B., Stein E. y Tejerina L., IDB-MG-814, <https://publications.iadb.org/es/del-confinamiento-a-la-reapertura-consideraciones-estrategicas-para-el-reinicio-de-las-actividades-en-america-latina-y-el-caribe-en-el-marco-de-la-covid-19>.
- Biovalor (2020), Recursos. Materiales. Ficha tecnológica: Potencial de metanización. Mecanismos de apoyo al financiamiento. Instrumento financiero verde. Ficha técnica de residuos: Frigoríficos. Ficha técnica de residuos: Curtiembres. Circularidad de nutrientes en tambos. Ficha técnica de residuos: Tambos. <https://biovalor.gub.uy/materiales/>.

- Castelló I, Nunes Ferraz-Junior AD, Andreani C, Anzola-Rojas MP, Borzacconi L, Buitrón G, Carrillo-Reyes J, Damasceno Gomes S, Maintinguer SI, Moreno-Andrade I, Palomo-Briones R, Razo-Flores E, Schiappacasse-Dasati M, Tapia-Venegas E, Valdez-Vázquez I, Vesga-Baron A, Zaiat M, Etchebehere C. (2020, March 1), Stability problems in the hydrogen production by dark fermentation: Possible causes and solutions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 119, Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109602>.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2021), *Construir un futuro mejor: acciones para fortalecer la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (LC/FDS.4/3/Rev.1)*, Santiago.
- ____ (2020a), *Reconstrucción y transformación con igualdad y sostenibilidad en América Latina y el Caribe (LC/SES.38/11)*, Santiago.
- ____ (2020b), *Construir un nuevo futuro: una recuperación transformadora con igualdad y sostenibilidad. Síntesis (LC/SES.38/4)*, Santiago.
- ____ (2020c), *La Inversión Extranjera Directa en América Latina y el Caribe, 2020 (LC/PUB.2020/15-P)*, Santiago.
- ____ (2020d), *Estudio Económico de América Latina y el Caribe. Principales condicionantes de las políticas fiscal y monetaria en la era pospandemia de COVID-19 (LC/PUB.2020/12-P)*, Santiago.
- CINVE (Centro de Investigaciones Científicas) (2020), *Coronavirus y las vulnerabilidades de la Red de Protección Social en Uruguay Desde el Observatorio de Seguridad Social de Cinve*. Federico Caporale, Matilde Pereira, Gonzalo Zunino, Blog Observatorio de Seguridad Social de Centro de Investigaciones Científicas (Cinve), 31 marzo 2020, <http://suma.org.uy/?p=567>.
- CONAPROLE (Cooperativa Nacional de Productores de Leche) (2020), *Memoria Anual 2020*. <https://www.conaprole.uy/wp-content/uploads/2013/08/Memoria-Anual-2020-.pdf>.
- Deana A. y Pittaluga L. (2020a), *Desarrollo del clúster de biotecnología médica en Uruguay tras la pandemia generada por la COVID-19, consultoría para la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), informe de consultoría*.
- ____ (2020b), *Contribución de la bioeconomía al proceso de recuperación post COVID-19 en Uruguay. Informe final de consultoría, Programa Regular de Cooperación Técnica de la CEPAL, 14 de diciembre*.
- Decreto 182 (2013), *Reglamentación del artículo 21 de la ley 17.283 (ley general de protección del medio ambiente). Reglamento de gestión de residuos sólidos industriales y asimilados*. <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/182-2013>.
- DICOSE (2019), *Existencias de vacas en ordeño. Datos Preliminares basados en la Declaración Jurada de Existencias DICOSE – SNIG 2019*. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/datos/datos-preliminares-basados-declaracion-jurada-existencias-dicose-snig-2019>.
- DINAMA (2020), *Residuos sólidos industriales: criterios básicos para la gestión de RSI*, <https://www.aiqu.org.uy/documentos/medioambiente/criterios%20residuos.prop%20dinama-ciu.pdf>.
- Ellen MacArthur Foundation (EMF) (2015), *Towards a Circular Economy: Business Rationale for an Accelerated Transition*. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf>.
- ____ (2015), *Delivering the circular economy: A toolkit for policymakers*. Ellen MacArthur Foundation.
- Exante (2021), *Una síntesis del 2020 en materia económica. #2020EnGráficos*. LinkedIn.
- FAO (1996), *Slaughterhouses. Management of Waste from Animal Product Processing*.
- Fromm, B., Tosar, J. P., Lu, Y., Halushka, M. K., & Witwer, K. W. (2018, September 1), *Human and cow have identical miR-21-5p and miR-30a-5p sequences, which are likely unsuited to study dietary uptake from cow milk*. *The Journal of Nutrition*, 148(9), 1506-1507. NLM (Medline). <https://doi.org/10.1093/jn/nxy144>.
- Gómez San Juan, M., Bogdanski, A. y Dubois, O. (2019), *Towards Sustainable Bioeconomy. Lessons Learnt from 26 Case Studies*, Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, Rome, Italy, <http://www.fao.org/3/ca4352en/ca4352en.pdf>.
- INAC (2019), *Faena*. <https://www.inac.uy/innovaportal/v/10996/10/innova.front/faena>.
- INALE (Instituto Nacional de la Leche) (2019), *Estadísticas*. <https://www.inale.org/estadisticas/>.
- ____ (2020), *Situación y perspectivas de la lechería uruguaya, período enero-diciembre 2019, mayo 2020*.
- INE (Instituto Nacional de Estadísticas) (2020), *CIU Rev. 4, Clasificación Industrial Internacional Uniforme. Estructura y notas explicativas a cinco dígitos*.

- INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria) (2020), Valor nutricional de las harinas de sangre uruguayas para la alimentación de aves de producción, FPTA 02.
- IPCC (2018), Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)].
- Juliano P. y Muset G.B. (2017), Valorización del lactosuero. Compilado por Graciela Blanca Muset y María Laura Castells, Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Argentina.
- LABOME (2020), Fetal bovine serum <https://www.labome.com/method/Fetal-Bovine-Serum.html>.
- LEADER PIEL (2015), Nuevo proceso para obtener gelatina de los recortes de piel <http://lederpiel.com/nuevo-proceso-para-obtener-gelatina-de-los-recortes-de-pie/>.
- LUC (2020), Ley de Urgente Consideración. <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/19889-2020>.
- Melnik, B.C., & Schmitz, G. (2017, August 1), MicroRNAs: Milk's epigenetic regulators. *Best Practice and Research: Clinical Endocrinology and Metabolism*. 31 (4):427-442, ISSN 1521-690X <https://doi.org/10.1016/j.beem.2017.10.003>.
- MGAP (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca) (2017), Uruguay Agointeligente, los desafíos para un desarrollo sostenible, MGAP, noviembre 2017.
- _____ (2020), Estadísticas del Sector Lácteo 2019, Serie Trabajos Especiales N° 363, setiembre 2020.
- MIEM (Ministerio de Industria, Energía y Minería) (2017), Informe ante reinauguración de CLADEMAR S.A. (Frigorífico Florida).
- Muest Graciela y Castells María Laura (2017), Valorización del lactosuero. Colección transferencia tecnológica. Instituto Nacional de Tecnología Industrial.
- Noorzai, S., Verbeek, C. J. R., Lay, M. C., & Swan, J. (2020), Collagen Extraction from Various Waste Bovine Hide Sources. *Waste and Biomass Valorization*, 11(11), 5687–5698. <https://doi.org/10.1007/s12649-019-00843-2>.
- ONU DI (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial) (2018), Panorama de la cadena de carne bovina y sus desechos, Programa PAGE (Partnership for Action on Green Economy), documento interno de trabajo, Seminario "Estudio de mercados nacionales e internacionales de materiales valorizados a partir de residuos sólidos industriales, urbanos y especiales".
- ONU DI y PAGE (2017a), Panorama de la cadena de la carne bovina y sus desechos.
- _____ (2017b), Panorama de la cadena del cuero bovino y sus residuos.
- OPP (2013), Plan estratégico del conglomerado de oleaginosos de Uruguay, 2013-2020. <http://mto.org.uy/wp-content/uploads/2013-09-Plan-Estrat%C3%Aggico-Conglomerado-de-Oleaginosos-de-Uruguay-Dise%C3%B1o.pdf>.
- OPP (Oficina de Planeamiento y Presupuesto) (2019), Una prospectiva estratégica del sector Agroalimentario uruguayo Estudio de tendencias del sector Agroalimentario y su impacto a futuro en Uruguay, Hacia una Estrategia Nacional de Desarrollo, Uruguay 2050 Serie de divulgación - Volumen XV Dirección de Planificación Oficina de Planeamiento y Presupuesto, Presidencia de Uruguay.
- Patel, S. (2015, November 1), Emerging trends in nutraceutical applications of whey protein and its derivatives. *Journal of Food Science and Technology*. Springer India. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-1894-0>.
- Pittaluga L. (2020a), Mapeo y análisis de las políticas relevantes para la bioeconomía sostenible, Consultoría para la elaboración de la Estrategia de Bioeconomía Sostenible (EBS) de Uruguay para la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), febrero 2020, informe interno.
- _____ (2020b), Aportes para la elaboración de la Estrategia de Bioeconomía Sostenible de Uruguay. Consultoría para la elaboración de la Estrategia de Bioeconomía Sostenible (EBS) de Uruguay para la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), febrero 2020, informe interno.
- _____ (2019), Análisis del desarrollo político - institucional de la Bioeconomía en Uruguay y de las estrategias implementadas para su aprovechamiento en las cadenas de lácteos y maderas, Consultoría para el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), enero 2019, informe interno.

- _____ (2018), Oportunidades y Desafíos para la Transformación Productiva de Uruguay: El caso de la bioeconomía. Consultoría para el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Montevideo. https://www.academia.edu/37119185/Oportunidades_y_Desafi_os_para_la_Transformacio_n_Productiva_de_Uruguay_El_caso_de_la_Bioeconomi_a_.
- Pittaluga L. y Snoeck M. (2012), Animal vaccines in Uruguay: A truncated discovery process, Chapter 11, Pág. 271-294, en: *Export Pioneers in Latin America*. Editores: Charles Sabel, Eduardo Fernández-Arias, Ricardo Hausmann, Andrés Rodríguez-Clare, Ernesto Stein. BID (Banco Interamericano de Desarrollo) y David Rockefeller Center for Latin American Studies, Harvard University.
- Pittaluga L., Bianchi C. y Rius A. (2016), Cattle traceability, biotechnology, and other stories of collaboration in Uruguay. Capítulo 6. En libro: *TWO TO TANGO. Public-Private Collaboration for Productive Development Policies*, Eduardo Fernández-Arias, Charles Sabel, Ernesto Stein, Alberto Trejos. Inter-American Development Bank. <https://publications.iadb.org/handle/11319/7694>.
- Plaza, A., Tapia, X., Yañez, C., Vilches, F., Candia, O., Cabezas, R., & Romero, J. (2020), Obtaining Hydroxytyrosol from Olive Mill Waste Using Deep Eutectic Solvents and Then Supercritical CO₂. *Waste and Biomass Valorization*, 11(11), 6273–6284. <https://doi.org/10.1007/s12649-019-00836-1>.
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) (2020), Impacto social y económico del COVID-19 y opciones de políticas en Uruguay, Consultores: Capurro A., Deagosto G., Ithurralde S. y Oddone G., PNUD en Montevideo - https://www.uy.undp.org/content/uruguay/es/home/library/poverty/Impacto_social_economico_COVID19_Uruguay.html.
- PwC (2020), *Repensando Uruguay. Fortalezas, debilidades y lecciones aprendidas tras la pandemia*. Price Waterhouse Coopers.
- Red Alimentaria (2020), *El Diario de la Agroindustria*, <http://redalimentaria.net/aprovechamiento-de-los-subproductos-de-la-pesca/>.
- Rodríguez, A. G., Mondaini, A. O., y Hitschfeld, M. A. (2017), *Bioeconomía en América Latina y el Caribe: contexto global y regional y perspectivas*, Publicación de las Naciones Unidas, LC/TS.2017/96, Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Sanguinetti Paola (2019), *Características de los desocupados y el desempleo*. Asesoría General en Seguridad Social.
- Silva María Eugenia y Borges Magdalena (2019) *Hacia una estrategia nacional de bioeconomía sostenible*. Anuario OPYPA.
- Torres Ana Inés (2018), *Biorefinerías en Uruguay: Evaluación tecno-económica de la producción de combustibles y químicos a partir de materia prima y residuos nacionales*.
- Transforma Uruguay (2018), *Informe general sobre Políticas e Instrumentos*. Agosto 2018. Transforma Uruguay – Sistema Nacional de Transformación Productiva y Competitividad. Montevideo, Uruguay.
- Transforma Uruguay (2018), *Hoja de ruta de lácteos*.
- Transforma Uruguay (2019), *Plan de Acción en Economía Circular*. <https://www.transformauruguay.gub.uy/es/estrategia/plan-de-economia-circular>.
- UNCTAD (Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo) (2020), *Impact of the COVID-19 Pandemic on global FDI and GVCs*, Global Investment Trends Monitor, No 35, Ginebra, marzo.
- Uren Sally (2014), *Forum for the Future*. Adaptado y traducido por Innodrive.
- Uy XXI (Uruguay XXI) (2020), *Informe Sectorial Agronegocios*, octubre 2020.
- _____ (2019) *Plan para la atracción de IED en agro alimentos*.
- Uy XXI (Uruguay XXI) y PEDECIBA (Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas) (2020), *Relevamiento de Start-ups en el sector farma-biotec*, Atilio Deana, 24 agosto 2020.
- _____ (2018a), *Informe de I+D+i en el sector agrobiotecnología*, Consultora: Paola Díaz Dellavalle, 2 de julio.
- _____ (2018b), *Report: Food Sector Uruguay R&D Services*, Consultora: Paola Díaz Dellavalle, 30 de octubre.

Entrevistas

Bioproductos derivados de la industria cárnica

Juan Carriquiry (Ing. Quím.) retirado, trabajó en la industria frigorífica y luego en la academia (Udelar - Facultad de Química – Polo Tecnológico de Pando). 10 de noviembre 2020.

Mauricio Passeggi (Dr.) Profesor agregado, Facultad de Ingeniería - UDeLaR / Instituto de Ingeniería Química, Laboratorio BioProA. 15 de octubre 2020.

Beatriz Briano (Ing. Quím.) Consultora independiente. 4 de noviembre 2020.

Bioproductos derivados de la industria láctea

Tomás López (Dr.) Universidad Tecnológica (UTEC), Licenciatura en Ciencia y Tecnología de Lácteos, La Paz, Colonia. 23 de octubre 2020.

Jorge Artagaveytia (Ing. Agr.) Instituto Nacional de la Leche (INALE). Información y Estudios Económicos. 6 de noviembre 2020.

Gabriel Giudice (Ing. Agr.) Instituto Nacional de la Leche (INALE). Programas y Proyectos. 6 de noviembre 2020.

Carlos Sanguinetti (MSc.) Universidad ORT Uruguay, Facultad de Ingeniería. 16 de octubre 2020.

Alejandra Medrano (Dra.) Universidad de la República, Facultad de Química, Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos/ Laboratorio de Bioactividad y Nanotecnología de Alimentos. 29 de octubre 2020.

Andrés Pastorino (Dr.) Cooperativa Nacional de Productores de Leche (CONAPROLE). Gerente de Investigación, Innovación y Desarrollo. 11 de noviembre 2020.

Genómica

Carlos Azambuja (Dr. Vet.) Director de Genia, fundador de Genexa. 16 de octubre 2020.

Elly Navajas (Dra.) Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Estación Las Brujas, Unidad de Biotecnología. 13 de octubre 2020.

Anexo

Cuadros complementarios

Cuadro A1
Caracterización de los residuos de las actividades ganaderas y lecheras

| Sector | Residuo | Volumen y características de los residuos | | | | | | Categorías de peligrosidad (mvotma) | Destino actual | Bio productos o servicios |
|---------------------------|---|---|--|---------------------|-------------------|-------------------------------|--------|-------------------------------------|---|---|
| | | Producción por unidad | | Unidades procesadas | | Volumen total producido x año | | | | |
| | | Cantidad | Unidad | Cantidad | Unidad | Cantidad | Unidad | | | |
| Ganadería Frigoríficos | Sangre (proveniente de faena tradicional "humanitaria") | 13,5 | Kg / unidad ganadera faenada | 1 339 198 | Cabezas de ganado | 19 560 | Ton | II (peligro bajo) | Procesamiento (plantas de rendering, etc) 70%, alimento animal 17% y compostaje 13% (ONUDI-PAGE, 2017). Desperdicio por derrames en planta (aguas rojas, entre el 15 y el 20% de la sangre de faena). | Hemoglobina y plasma Albúmina y sero albúmina, otras proteínas del suero Harina de sangre |
| | Sangre (proveniente de la faena Kosher) | 13,5 | Kg / unidad ganadera faenada | 892 799 | Cabezas de ganado | 13 040 | Ton | II (peligro bajo) | | Compost / enmienda orgánica Harina de sangre |
| | Sólidos de aguas rojas | 0,7 | Kg base húmeda / unidad ganadera faenada | 2 231 997 | Cabezas de ganado | 1 562 | Ton | II (peligro bajo) | Disposición en relleno sanitario y en terreno | Biogás |
| | Rúmen y estiércol | 47,7 | Kg base húmeda / unidad ganadera faenada | 2 231 997 | Cabezas de ganado | 106 466 | Ton | II (peligro bajo) | Disposición en terreno y envío a ladrilleras | Compost / enmienda orgánica Pellets de compost Biocombustible Ácidos grasos Hidrógeno Biogás |
| | Lodos | 29,0 | Kg base húmeda / unidad ganadera faenada | 2 231 997 | Cabezas de ganado | 64 728 | Ton | II (peligro bajo) | Disposición en relleno sanitario | Biogás Compost / enmienda orgánica |
| | Grasa | 13,5 | Kg base húmeda / unidad ganadera faenada | 2 231 997 | Cabezas de ganado | 30 132 | Ton | II (peligro bajo) | Biocombustible | Biocombustible |
| | Huesos, recortes, articulaciones, cartilago | 72,0 | Kg / unidad ganadera faenada | 2 231 997 | Cabezas de ganado | 160 704 | Ton | II (peligro bajo) | Procesamiento (plantas de rendering, etc) y alimento animal | Colágeno y péptidos de colágeno Condroitín sulfato Ácido hialurónico Soluciones avanzadas para la cirugía regenerativa |

| Sector | Residuo | Volumen y características de los residuos | | | | | | Destino actual | Bio productos o servicios | |
|--------------------------|--|---|--|---------------------|-------------------|-------------------------------|--------|-------------------|----------------------------------|--|
| | | Producción por unidad | | Unidades procesadas | | Volumen total producido x año | | | | |
| | | Cantidad | Unidad | Cantidad | Unidad | Cantidad | Unidad | | | |
| Ganadería | Cueros | 31.5 | Kg base húmeda / unidad ganadera faenada | 2,231,997 | Cabezas de ganado | 70,308 | Ton | II (peligro bajo) | Disposición en terreno (predio) | Hidrolizado de colágeno Zapatos y carteras |
| | Vísceras, pulmones, tráqueas, hígado etc | - | - | - | - | - | - | II (peligro bajo) | - | Surfactante para recién nacidos prematuros |
| | Bilis | - | - | - | - | - | - | - | - | Ácido cálcico |
| | Feto | - | - | - | - | - | - | - | - | Suero fetal bovino |
| | Tripería (sarro) | - | - | - | - | - | - | II (peligro bajo) | - | Heparina |
| | Pelos | 2,7 | Kg base húmeda / piel fresca procesada | 500 000 | Pieles procesadas | 1 350 | Ton | II (peligro bajo) | Disposición en relleno sanitario | Compost / enmienda orgánica Hidrolizado de queratina como controlador biológico para el agro Queratina e hidrolizado de queratina para tratamientos capilares. |
| Ganadería Curtiembres | Grasa con sulfuros | 0,6 | Kg base húmeda / piel fresca procesada | 500 000 | Pieles procesadas | 300 | Ton | II (peligro bajo) | Disposición en relleno sanitario | Sebo Biocombustible |
| | Recortes y virutas con cromo | 5,5 | Kg base húmeda / piel fresca procesada | 500 000 | Pieles procesadas | 2 750 | Ton | I (peligro alto) | Disposición en relleno sanitario | Cuero reconstituido, piezas pequeñas y marroquinería Biocombustible |
| | Recortes y virutas sin cromo | 5,5 | Kg base húmeda / piel fresca procesada | 500 000 | Pieles procesadas | 2 750 | Ton | II (peligro bajo) | Disposición en relleno sanitario | Biocombustible Harina de cuero e hidrolizado de harina de cuero Colágeno |
| | Lodos | 12,0 | Kg base húmeda / piel fresca procesada | 500 000 | Pieles procesadas | 6 000 | Ton | I (peligro alto) | Disposición en relleno sanitario | Biogás |
| | Residuos previo a pelambre | - | - | - | - | - | - | II (peligro bajo) | - | Colas Proteínas Juguetes masticables para animales Biogás |

| Sector | Residuo | Volumen y características de los residuos | | | | | | Categorías de peligrosidad (mvotma) | Destino actual | Bio productos o servicios |
|------------------------------|---------------|---|--|---------------------|-----------------|-------------------------------|--------|-------------------------------------|---|---|
| | | Producción por unidad | | Unidades procesadas | | Volumen total producido x año | | | | |
| | | Cantidad | Unidad | Cantidad | Unidad | Cantidad | Unidad | | | |
| Tambos | Estiércol | 5,6 | Kg base húmeda / vaca en ordeñe / día | 320 079 | Vacas en ordeñe | 654 241 | Ton | II (peligro bajo) | Disposición en terreno y en cursos de agua (efluentes) | Compost / enmienda orgánica Biocombustible Biogás |
| | Lodos | 1,3 | kg / m ³ de leche procesada | - | Miles de litros | 2 000 | Ton | II (peligro bajo) | - | Mejorador de suelos |
| | Barros grasos | 1,2 | kg / m ³ de leche procesada | - | Miles de litros | 1 500 | Ton | II (peligro bajo) | - | Mejorador de suelos Biocombustible |
| Lechería Industria láctea | Suero | 0,9 | Kg / m ³ de leche procesada para producir queso | 255 580 | Miles de litros | 217 243 | Ton | II (peligro bajo) | Alimento animal, incorporación (en polvo) como agregado en algunos alimentos (ej. helados) y disposición en campo | Biogás Lactosa y derivados de la lactosa. Suero lácteo en polvo Proteína del suero lácteo (whey protein) Caseína Fosfolípidos Suero lácteo microparticulado Productos farmacéuticos (péptidos antihipertensivos) |

Fuente: Elaboración propia en base a bibliografía.

Nota: Producción por Unidad: FAO (1996), ONUDI y PAGE (2017), Biovalor (2020) / Unidades Procesadas: INAC (2019), DICOSE (2019), INALE (2019), Biovalor (2020), % Faena kosher y tradicional: Talleres para la preparación del Plan Nacional de Economía Circular / Categoría de Peligrosidad: DINAMA (2020) / Bio Productos o Servicios: Biovalor (2020), ONUDI y PAGE (2017) y Entrevistas / Volumen Total Producido: DINAMA (2020), ONUDI y PAGE (2017). Residuos: También se había identificado dentro de la lista de residuos al Material Específico de Riesgo - MER (ojos, amígdalas, médula, encéfalo), con categoría I en relación a su grado de peligrosidad, pero se decidió no incluirlo porque no se identificaron potenciales bio productos a partir de dicho material. / Producción por unidad: El dato de huesos refiere a los kg totales obtenidos por animal y no sólo a la parte que hoy no se utiliza, ya que ese valor no fue encontrado. / Unidades Procesadas: Aproximadamente el 60% de la faena se realiza con el método tradicional y el 40% restante con el método Kosher. / Para estimar el volumen de suero se multiplicaron las toneladas de queso exportado por 10, ya que para producir 1 kg de queso se necesitan 10 litros de leche aprox. / Los valores obtenidos para frigoríficos y cueros son similares a los que se muestran en el estudio de PAGE, ONUDI (2017).

Cuadro A2
Grado de implementación de las tecnologías identificadas para la valorización de residuos de la ganadería y la lechería

| Bio productos o servicios | Tecnologías identificadas | Grado de implementación |
|------------------------------|---|---|
| Hemoglobina y plasma | Aislamiento y separación de hemoglobina y plasma | La sangre de la faena tradicional "humanitaria" es procesada por Despro y por Uruguayan Animal Proteins (UAP). (Taller Plan de Acción en Economía Circular). Habría espacio para incrementar la producción ya que estas empresas no procesan la totalidad del residuo de sangre (Juan Carriquiry). |
| Albúmina y sero albúmina (E) | Aislamiento y separación de proteínas | PCTP con Santa Elena está trabajando en la producción de sero albúmina. |
| Harina de sangre | Obtención a partir de glóbulos rojos con 2 tecnologías: tradicional (a tiro abierto) y no tradicional (con secado bajo vacío) | Algunos frigoríficos tienen sus propias plantas de harina de sangre (por ejemplo, el Frigorífico Las Piedras). UAP y Proteínas Naturales Uruguay (PNU) también producen harina de sangre. |
| Biogás (E) | Digestión anaerobia | Se desconocen experiencias comerciales a nivel local. La empresa Netum junto con la universidad ORT han realizado ensayos con mezclas de diferentes residuos (rumen, barros, lodos, etc). El laboratorio BioProA de la Udelar también está estudiando la posibilidad de generar biogás a partir de los residuos de las curtiembres. Rincón de Albano tiene un proyecto demostrativo con Biovalor. |
| Compost / enmienda orgánica | Compostaje | Bioterra tiene un proyecto demostrativo con Biovalor, genera compost a partir de frutas y verduras, restos de podas, abono de pescado, estiércol y sangre vacuna (faena Kosher) y pastura seca. Vitaterra y Tesor también tienen un proyecto demostrativo con Biovalor, producen compost a partir de residuos de frigoríficos, entre otros. En el caso de compost a partir de lodos, se desconocen experiencias a nivel nacional. En el caso de compost a partir de pelos, existen diversas experiencias a nivel internacional, mientras que a nivel nacional se han realizado varios ensayos y se han implementado a escala industrial aunque luego fue discontinuado. Proyecto "Circularidad de nutrientes en tambos" con 5 unidades demostrativas (UTU, INIA, UDELAR - Facultad de Veterinaria y dos en Facultad de Agronomía). Proyectos presentados por productores familiares y medianos del sector lechero en el marco del "Plan de lechería sostenible en la Cuenca del río Santa Lucía" dentro del proyecto Desarrollo y Adaptación al Cambio Climático (DACC) del MGAP. |
| Pellets de compost | Pelletizado | Bioterra tiene un proyecto demostrativo con Biovalor que se encuentra en la etapa de pruebas, analizando varias partidas en campo con diferentes compuestos nutricionales. Actualmente lo vende al sector hortifructícola y en principio está dando buenos resultados agronómicos. |
| Mejorador de suelos | Utilización de métodos de genómica o genética molecular | - |

| Bio productos o servicios | Tecnologías identificadas | Grado de implementación |
|--|---|---|
| Biocombustible | Quema en horno o caldera | Se han realizado varios estudios y ensayos para quema de rumen y estiércol en caldera, y en algunos casos se ha podido sustituir parte del consumo de leña. Frigorífico Pando (Ontilcor S.A.) tiene proyecto demostrativo con Biovalor a partir del cual hace aprovechamiento energético del contenido ruminal mediante su combustión en caldera junto con leña. No se conocen experiencias a nivel local utilizando recortes de cuero sin cromo. |
| | Gasificación | Ensayos de gasificación por parte de la empresa Berkes en la empresa Paycueros. |
| Colágeno, péptidos de colágeno e hidrolizado de colágeno (E) | Extracción y purificación, pretrinchado | Usinas Colagel producía gelatina en Paysandú pero cerró. Viscosfan produce colágeno en Canelones para envolturas de embutidos cárnicos. Actualmente se exporta la garra a Brasil. En Uruguay se encuentra prohibido el uso de recortes de cuero fresco para alimentación humana si provienen de establecimientos de procesamiento de cueros. Se recomienda realizar un pretrinchado en los frigoríficos para tales fines. |
| Condroitín sulfato | Extracción | - |
| Soluciones avanzadas para la cirugía regenerativa | Extracción | Hay experiencias internacionales. |
| Insumo para producto farmacéutico (E) | Centrifugación e irradiación | - |
| Queratina e hidrolizado de queratina | Extracción y purificación | Hay experiencias internacionales. |
| Sebo | Hidrólisis con recuperación de grasas | No ha sido validada y consolidada, ni siquiera a nivel internacional (2014). Sin embargo, existen estudios y ensayos en algunas empresas locales. |
| Harina de cuero e hidrolizado de harina de cuero | Hidrolizado con recuperación de harina de cuero | - |
| Juguetes masticables para animales | Tratamientos químicos y secado | Sistemcuer tiene proyecto demostrativo con Biovalor. |
| Lactosa | Extracción y purificación | Investigación y desarrollo en Udelar (Facultad de Química, Facultad de Ingeniería) y en Centro Biotecnológico de Investigación e Innovación (CBI+I). FQuim: evaluación funcional-tecnológica y funcional-biológica. Concentrados proteicos. Obtención de péptidos bioactivos a través de hidrólisis y después secado. Diseño de planta de obtención de péptidos, desde que llegan los subproductos. |
| Suero lácteo en polvo | Extracción y secado | Incorporación en yogures. UTEC está trabajando en pruebas con suero a escala piloto. El Programa Oportunidades Circulares seleccionó en 2018 al proyecto Bioingeniería para que valide la idea de negocio referida a complementos nutricionales para deportistas en base a descarte de la industria láctea. |
| Proteína del suero lácteo (whey protein) (E) | Extracción y purificación | |
| Caseína | Extracción y purificación | |
| Fosfolípidos | Extracción y purificación | |
| Suero lácteo microparticulado | concentrado y microparticulado | |
| Productos farmacéuticos (péptidos antihipertensivos) | Extracción e hidrólisis ácida o enzimática y purificación | |

| Bio productos o servicios | Tecnologías identificadas | Grado de implementación |
|---|---|---|
| Leche tipo A2 (E) | Obtención de ADN a partir de una muestra biológica. Tipificación de alelos A1 y A2 para Beta caseína por métodos moleculares. | Están las capacidades INIA La Estanzuela, EEMAC-FAGRO, tambo robótico de UTEC en Nueva Helvecia (unidades de experimentación). Planta experimental de FVET. La empresa Genexa hace la tipificación de beta caseína. |
| Mejoramiento de razas (E) | Genética - genómica | INIA junto con algunas universidades se encuentran haciendo investigaciones en todas estas áreas. A nivel privado, la empresa Genexa viene trabajando en identificación genética (ADN del cartílago de la oreja donde va la caravana de trazabilidad y uso de Blockchain como banco de datos), enfermedades hereditarias, sanidad, determinación de mocho en raza Hereford (ventajas en bienestar animal porque no le tienen que sacar los cuernos), etc. |
| Mejoramiento de la eficiencia de conversión (E) | Genética - genómica | |
| Reducción de emisiones de metano de rumiantes (E) | Genética - genómica | |
| Causales genéticas de enfermedades (E) | Genética - genómica | |
| Resistencia / tolerancia a estrés calórico u otros estreses (E) | Genética - genómica | |
| Genotipado (E) | Genética - genómica | |

Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas y bibliografía - Tecnologías Identificadas: INIA (2020), Biovalor (2020), Entrevistas / Tasa de Conversión de residuos a productos: Leader piel (2015), Beltrán et.al. (2007) / Suero Fetal: LABOME (2020) Suero lácteo: Muest Graciela y Castells María Laura (2017).

Nota: Las oportunidades que surgieron de las entrevistas son: albúmina y sero albúmina, biogás, colágeno, péptidos de colágeno e hidrolizado de colágeno, insumo para producto farmacéutico, proteína del suero lácteo, leche tipo A2, mejoramiento de razas, mejoramiento de eficiencia de conversión, reducción de emisiones de metano de rumiantes, causales genéticas de enfermedades, resistencia / tolerancia a estrés calórico u otros estreses, genotipado.

Tasa de Conversión de residuos a productos: Biovalor tiene los valores concretos para 3 de las tecnologías listadas (ver herramienta calculadora).

Cuadro A3
Factibilidad de las soluciones identificadas

| Bio productos o servicios | Residuo | Estudios de factibilidad previos | |
|-----------------------------|---|---|---|
| | | Factibilidad económica | Factibilidad técnica |
| Hemoglobina y plasma | sangre (frigoríficos) | Sí (resultado desconocido) | Sí (Viable) |
| Albúmina y sero albúmina | sangre (frigoríficos) | - | En proceso de investigación |
| Harina de sangre | sangre (frigoríficos) | Sí (resultado desconocido) | Sí (Viable) |
| Biogás | sólidos de aguas rojas, lodos, rumen y estiércol (frigoríficos) y lodos, residuos previo a pelambre (curtiembres) | Sí (Hubo un estudio para centralizar la producción de biogás en Melo y no resultó atractiva, en parte por que la escala de producción no era lo suficientemente grande en ese lugar y la inversión requerida era alta). | - |
| | estiércol (tambos) | Sí (Viable: empate para empresas de más de 500 Vacas en Ordeño, aprox. 10% del total de tambos = 340). | Sí (Viable) |
| | Suero (industria láctea) | - | - |
| Compost / enmienda orgánica | rumen y estiércol, sangre, lodos (frigoríficos) y pelos (curtiembres) | Sí (Viable) | Sí (Viable) |
| | estiércol (tambos) | Sí (Según PAEC, en proyectos implementados por el DACC, no rentable para tambos de menos de 150 VO por costo de inversión alto y no reciben un mayor precio; según CTCN, implica altos costos de la energía, combustible, insumos y costos sociales, limitado acceso al financiamiento de pequeñas empresas; en el proyecto "Circularidad de nutrientes", se esperan resultados para enero 2021). | En proceso (resultados esperados para 2021) |
| Pellets de compost | rumen y estiércol (frigoríficos) | Sí (Viable) | Sí (Viable) |
| Mejorador de suelos | lodos y barros grasos (industria láctea) | - | - |
| Biocombustible | rumen y estiércol (frigoríficos) | Sí (Atractivo, requiere una inversión elevada pero se compensaría con el ahorro en leña) | Sí (Viable) |
| | grasa con sulfuros (curtiembres) | - | Sí (Se requiere la eliminación del exceso de agua, lo que puede inviabilizar esta alternativa. Además, el alto contenido de sulfuros puede ocasionar problemas operativos, daños a las instalaciones y emisiones al ambiente de contaminantes). |
| | recortes y virutas con cromo (curtiembres) | En proceso | En proceso |
| | barros grasos (ind. láctea) | - | - |

| Bio productos o servicios | Residuo | Estudios de factibilidad previos | |
|---|--|---|----------------------|
| | | Factibilidad económica | Factibilidad técnica |
| | estiércol (tambos) | Sí (No viable: si bien este residuo podría utilizarse para generar energía térmica, en general, este tipo de establecimientos no presenta un consumo de energía térmica o no tiene un equipo de combustión necesario para implementar esta alternativa de valorización) | |
| Colágeno, péptidos de colágeno e hidrolizado de colágeno | huesos, recortes y articulaciones, cueros (frigoríficos), recortes y virutas sin cromo (curtiembres) | En proceso | En proceso |
| Condroitín sulfato | huesos, recortes y articulaciones (frigoríficos) | - | - |
| Sol. avan. para cirugía regenerativa | huesos, recortes y articulaciones (frigoríficos) | - | - |
| Insumo para producto farmacéutico | suero fetal bovino (frigoríficos) | - | - |
| Queratina e hidrolizado de queratina | pelos (frigoríficos) | En proceso | En proceso |
| Sebo | grasa con sulfuros (curtiembres) | En proceso | En proceso |
| Harina de cuero e hidrolizado | Recortes y virutas sin cromo (curtiembres) | En proceso | En proceso |
| Juguetes masticables para animales | Residuos previo a pelambre (curtiembres) | Sí (Viable) | Sí (Viable) |
| Lactosa | Suero (industria láctea) | Sí (en proceso) | Sí (en proceso) |
| Suero lácteo en polvo | Suero (industria láctea) | | |
| Proteína del suero lácteo (whey protein) | Suero (industria láctea) | | |
| Caseína | Suero (industria láctea) | | |
| Fosfolípidos | Suero (industria láctea) | | |
| Suero lácteo microparticulado | Suero (industria láctea) | | |
| Productos farmacéuticos (péptidos antihipertensivos) | Suero (industria láctea) | | |
| Leche tipo A2 | N/A | - | - |
| Mejoramiento de razas | N/A | Sí (en proceso) | Sí (en proceso) |
| Mejoramiento de la eficiencia de conversión | N/A | | |
| Reducción de emisiones de metano de rumiantes | N/A | | |
| Causales genéticas de enfermedades | N/A | | |
| Resistencia / tolerancia a estrés calórico u otros estreses | N/A | | |

| Bio productos o servicios | Residuo | Estudios de factibilidad previos | |
|---------------------------|---------|---|----------------------|
| | | Factibilidad económica | Factibilidad técnica |
| Genotipado | N/A | | |
| TRANSVERSAL | N/A | Se encuentra en proceso el proyecto "Apoyo a la Dirección Nacional de Industrias para el fortalecimiento del área de política industrial para la valorización de subproductos resultantes de la cadena de valor de la industria cárnica" enfocado principalmente a las curtiembres. Va a realizar estudio de pre-factibilidad técnico económico. Por eso el estudio de factibilidad de los bioproductos derivados de residuos de las curtiembres aparece como en proceso. | |

Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas y bibliografía.



NACIONES UNIDAS

Serie

CEPAL

Recursos Naturales y Desarrollo**Números publicados**

Un listado completo así como los archivos pdf están disponibles en
www.cepal.org/publicaciones

208. Contribución de la bioeconomía a la recuperación pospandemia de COVID-19 en el Uruguay: biotecnología y valorización de subproductos agropecuarios y agroindustriales, Magdalena Borges, Atilio Deana, Lucía Pittaluga, Carolina Balian y Adrián Rodríguez, (LC/TS. 2021/112), 2021.
207. Desarrollo de indicadores de pobreza energética en América Latina y el Caribe, Rubén Calvo, Nicolás Álamos, Marco Billi, Anahí Urquiza y Rubén Contreras Lisperguer (LC/TS.2021/104), 2021.
206. Oportunidades de la bioeconomía para la recuperación pospandemia de COVID-19: un análisis basado en las recomendaciones de la Misión Internacional de Sabios Colombia 2019, Rafael H. Aramendis y Adrián G. Rodríguez LC/TS.2021/103, 2021.
205. Políticas regulatorias y tarifarias en el sector de agua potable y saneamiento en América latina y el Caribe, Diego Fernández, Silvia Saravia Matus y Marina Gil (LC/TS. 2021/81), 2021.
204. Análisis comparativo de acciones con enfoque del Nexo Agua-Energía-Alimentación: lecciones aprendidas para los países de América Latina y el Caribe, Bárbara A. Willaarts, Elisa Blanco, Alba Llavona y Diego Martínez (LC/TS. 2021/18), 2021.
203. Lecciones del Estado Plurinacional de Bolivia para la adopción del enfoque del Nexo: análisis del Plan Nacional de Cuencas, el Sistema Múltiple Misicuni y las políticas de riego, Alba Llavona (LC/TS.2020/168), 2020.
202. Lecciones de Chile para la adopción del enfoque del Nexo: análisis de políticas de fomento de tecnologías de riego, gestión integrada de cuencas, fondos de agua y energía sostenible. Elisa Blanco (LC/TS.2020/164), 2020.
201. Tendencias estructurales en la agricultura de América Latina: desafíos para las políticas públicas, Mina Namdar-Irani, Octavio Sotomayor, Mónica Rodrigues, Adrián Rodríguez y Paul Wander (LC/TS.2020/156), 2020.
200. Balanza comercial física e intercambio, uso y eficiencia de materiales en América Latina y el Caribe, Mauricio León, José Luis Lewinsohn y Jeannette Sánchez (LC/TS.2020/150), 2020.
199. Análisis de las tarifas del sector eléctrico: los efectos del COVID-19 y la integración energética en los casos de la Argentina, Chile, el Ecuador, México y el Uruguay, Rubén Contreras Lisperguer (LC/TS.2020/146), 2020.

RECURSOS NATURALES Y DESARROLLO

Números publicados:

- 208 Contribución de la bioeconomía
a la recuperación pospandemia
de COVID-19 en el Uruguay

Biotecnología y valorización de
subproductos agropecuarios
y agroindustriales

Magdalena Borges

Atilio Deana

Lucía Pittaluga

Carolina Balian

Adrián Rodríguez

- 207 Desarrollo de indicadores de
pobreza energética en
América Latina y el Caribe

Rubén Calvo

Nicolás Álamos

Marco Billi

Anahí Urquiza

Rubén Contreras Lisperguer



Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC)
www.cepal.org



LC/TS.2021/112