



Mapeo de Residuos Agroindustriales y Oportunidades de Negocio Biocirculares en Cadenas de Valor argentinas

Celina N. Amato ¹

Enlace ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9136-0516>

Rocío González ²

Enlace ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2056-2743>

Sofía de los D. González ³

Enlace ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4556-5497>

Santiago Agustín Perez ⁴

Enlace ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7679-8819>

María Florencia Peretti ⁵

Enlace ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3061-6653>

Mónica Buraschi ⁶

Enlace ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6821-9066>

Santiago Ferro Moreno ⁷

Enlace ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5131-3662>

Roberto Carlos Mariano ⁸

Enlace ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4889-152X>

Fecha de Recepción: 7 de agosto, 2024.

Fecha de Aprobación: 18 de noviembre, 2024

¹ Ph.D en Ciencias Económicas con Mención en Ciencias Empresariales (Universidad Nacional de Córdoba [UNC]), Argentina; Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas [CONICET], Investigadora asistente - Facultad de Ciencias Económicas [FCE] de la UNC, Profesora asistente e investigadora (Argentina), celina.amato@unc.edu.ar

² Magister en Gestión Empresaria (Universidad Nacional de La Pampa [UNLPam]), Argentina; CONICET, Becaria - Facultad de Agronomía [FA] de la UNLPam, Docente e investigadora (Argentina), rgonzalez@agro.unlpam.edu.ar

³ Doctoranda en Ciencias Económicas con Mención en Ciencias Empresariales (UNC), Argentina; Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNC, Becaria doctoral - FCE de la UNC, Profesora asistente (Argentina), sofia.gonzalez@unc.edu.ar

⁴ Ph.D en Ciencias de la Administración (Universidad Nacional del Sur), Argentina; CONICET, Becario Posdoctoral - FA de la UNLPam, Docente e investigador (Argentina), sperez@agro.unlpam.edu.ar

⁵ Especialista en Ingeniería en Calidad (Universidad Tecnológica Nacional), Argentina; FCE de la UNC, Profesora adjunta e investigadora (Argentina), florencia.peretti@unc.edu.ar

⁶ Ph.D en Ciencias Económicas con Mención en Ciencias Empresariales (UNC), Argentina; FCE de la UNC, Profesora asistente e investigadora (Argentina), monica.buraschi@unc.edu.ar

⁷ Ph.D en Ciencias Económicas con Mención en Ciencias Empresariales (UNC), Argentina; CONICET, Investigador independiente - FA de la UNLPam, Profesor adjunto (Argentina), sferromoreno@agro.unlpam.edu.ar

⁸ Ph.D en Ciencias Agrarias y Forestales (UNLPam), Argentina; CONICET, Investigador asistente - FA de la UNLPam, Jefe de Trabajos Prácticos (Argentina), rcmariano@agro.unlpam.edu.ar

Resumen

Las cadenas de valor agroindustriales generan residuos y subproductos de origen biológico que muchas veces no son reutilizados, impactando negativamente en la sustentabilidad de dichas cadenas. Esta situación constituye una problemática relevante en países generadores de biomasa, tales como los latinoamericanos, y la identificación y análisis de esa biomasa residual es aún un tema de investigación incipiente en este contexto. La bioeconomía circular es un concepto utilizado en el campo de la Administración para abordar esta problemática a través de las oportunidades de agregado de valor de la biomasa disponible, lo cual repercute en la productividad, competitividad y sustentabilidad de estas cadenas. En este marco, el artículo propone la identificación y análisis de agregado de valor de los residuos biomásicos de ocho cadenas de valor agroindustriales argentinas: bioetanol de maíz en la Provincia de Córdoba, jojoba en la Provincia de La Rioja, quinoa en las Provincias de Salta y Jujuy, chía en la Provincia de Salta, y carne bovina, carne aviar, forestal nativa y vitivinícola en la Provincia de La Pampa. Para ello, se realizó un análisis cualitativo de fuentes primarias (49 entrevistas a informantes clave) y secundarias (informes y documentos). Se utilizó el enfoque de cadenas globales de valor como marco teórico-analítico lo que permitió la descripción de las cadenas con énfasis en la generación de residuos, sus usos actuales y oportunidades de agregado de valor. Muchas de estas cadenas no han sido descritas con anterioridad en la literatura, menos aún con énfasis en la biomasa residual. Los hallazgos indican que todas las cadenas analizadas producen residuos de biomasa en cantidad y calidad teniendo grandes oportunidades de valor agregado en industrias como la alimenticia, farmacéutica y química. Algunas cadenas están más avanzadas en ello tales como las de etanol de maíz y de carne bovina, y en las otras es incipiente o nula la transformación de residuos y el agregado de valor. Si bien este estudio tuvo lugar en un contexto geográfico específico y con determinadas cadenas de valor, el ejercicio de análisis realizado puede ser replicado en otros contextos y cadenas.

Palabras Claves. Agregado de valor, bioeconomía circular, biomasa residual, cadenas globales de valor.

MAPPING OF AGRO-INDUSTRIAL WASTE AND BIOCIRCULAR BUSINESS OPPORTUNITIES IN ARGENTINE VALUE CHAINS

Abstract:

Agro-industrial value chains generate waste and by-products of biological origin, which are often not reused, negatively affecting the sustainability of these chains. This situation is a relevant problem in biomass-producing countries, such as those in Latin America, and the identification and analysis of this residual biomass is still an incipient research topic in this context. The circular bioeconomy concept is used in the management field to address this problem through the possibilities of adding value to the available biomass, which has an impact on the productivity, competitiveness and sustainability of these chains. Within this framework, the article proposes the identification and analysis of the value added of biomass waste from eight Argentine agro-industrial value chains: corn bioethanol in the province of Córdoba, jojoba in the province of La Rioja, quinoa in the provinces of Salta and Jujuy, chia in the province of Salta, and beef, poultry, native forest and wine in the province of La Pampa. A qualitative analysis of primary sources (49 key informant interviews) and secondary sources (reports and documents) was carried out. The global value chain approach was used as a theoretical-analytical framework to describe the chains, focusing on the generation of waste, its current use and opportunities for value addition. Many of these chains have not been previously described in the literature, let alone with a focus on waste biomass. The results show that all chains analysed produce biomass waste in quantity and quality with great potential for value addition in industries such as food, pharmaceuticals and chemicals. Some chains are more advanced in this respect, such as corn ethanol and beef, while in others waste transformation and value addition is in its infancy or non-existent. Although this study took place in a specific geographical context and with specific value chains, the analysis can be applied to other sectors.

Keywords. Value addition, circular bioeconomy, biomass waste, global value chains.

MAPEAMENTO DE RESÍDUOS AGRO-INDUSTRIAIS E OPORTUNIDADES DE NEGÓCIOS BIOCIRCULARES NAS CADEIAS DE VALOR DA ARGENTINA

Resumo:

As cadeias de valor agroindustriais geram resíduos e subprodutos de origem biológica que muitas vezes não são reaproveitados, impactando negativamente a sustentabilidade dessas cadeias. Essa situação é um problema relevante em países geradores de biomassa, como os da América Latina, e a identificação e análise dessa biomassa residual ainda é um tema de pesquisa incipiente nesse contexto. A bioeconomia circular é um conceito utilizado no campo da gestão para abordar esse problema por meio das oportunidades de agregação de valor à biomassa disponível, o que tem impacto na produtividade, competitividade e sustentabilidade dessas cadeias. Nesse contexto, o artigo propõe a identificação e análise da agregação de valor dos resíduos de biomassa de oito cadeias de valor agroindustriais argentinas: bioetanol de milho na Província de Córdoba, jojoba na Província de La Rioja, quinoa nas Províncias de Salta e Jujuy, chia na Província de Salta, e carne bovina, aves, floresta nativa e vinho na Província de La Pampa. Foi realizada uma análise qualitativa de fontes primárias (49 entrevistas com informantes-chave) e fontes secundárias (relatórios e documentos). A abordagem da cadeia de valor global foi utilizada como marco teórico-analítico, o que permitiu a descrição das cadeias com ênfase na geração de resíduos, seus usos atuais e oportunidades de agregação de valor. Muitas destas cadeias não foram descritas anteriormente na literatura, e muito menos com ênfase na biomassa residual. Os resultados indicam que todas as cadeias analisadas produzem resíduos de biomassa em quantidade e qualidade, com grandes oportunidades de agregação de valor em indústrias como a alimentar, a farmacêutica e a química. Algumas cadeias estão mais avançadas neste aspecto, como o etanol de milho e o etanol de carne bovina, e nas outras a transformação de resíduos e a agregação de valor é incipiente ou inexistente. Embora este estudo tenha sido realizado num contexto geográfico específico e com cadeias de valor específicas, o exercício de análise pode ser replicado noutros contextos e cadeias.

Palabras chave. Valor acrescentado, bioeconomia circular, biomassa residual, cadeias globais de valor.

1. INTRODUCCIÓN

Este artículo aborda la problemática del cambio climático y la insostenibilidad del modelo lineal de producción en la agricultura y la agroindustria (Iglesias et al., 2011; Fraire et al., 2023) desde el enfoque de bioeconomía circular, que comprende la valorización de los recursos y residuos de biomasa aprovechando los desperdicios y optimizando su valor (Donner et al., 2020; Stegmann et al., 2020). Este análisis se realiza desde los flujos de producción y consumo de diversas cadenas de valor agroindustriales argentinas, que aún no han sido abordadas bajo este marco, con el fin identificar las posibilidades de agregado de valor a los residuos biomásicos como materias primas o insumos (Hofstetter et al., 2021; Donner et al., 2021).

En el caso de los residuos agrícolas y agroindustriales, su producción se ha incrementado como consecuencia del crecimiento poblacional, la urbanización y el desarrollo económico mundial (Kee et al., 2023). Estos residuos son cuantiosos y generan gran cantidad de gases efecto invernadero (Cusenza et al. 2021; Kumar Sarangi et al., 2023), pero pueden transformarse en bioenergía y biomateriales, siendo reutilizados como recursos para otras cadenas, generando mayor valor agregado y avanzando en su gestión sustentable (Matiacevich et al., 2023). La importancia de la recuperación de residuos se refleja en el Acuerdo de París, la Agenda 2030 y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (ONU, 2015), ya que contribuye a la sostenibilidad económica, social y medioambiental de los sistemas (Amato, 2021).

Argentina tiene un destacado papel como productor mundial de biomasa (FAO, 2020), por la existencia de un sector agrícola competitivo, en donde se desarrolla además un importante sector agroindustrial (Tittor, 2021). El país genera una gran cantidad de residuos biomásicos que pueden significar una

oportunidad para avanzar hacia una gestión más sustentable y generar nuevas cadenas de valor competitivas (Bisang y Felici, 2024). La conversión de estos residuos en bioenergía y biomateriales puede reducir la presión sobre los recursos naturales y las emisiones de gases de efecto invernadero, promoviendo la innovación y el desarrollo económico bajo el enfoque de la bioeconomía circular (Mishra et al., 2023). Esta situación ha impulsado el desarrollo de estudios y tecnologías nacionales que emplean desperdicios agropecuarios para que sean aprovechados en otros usos (e.g. Bisang y Felici, 2024; Bocchetto et al., 2020; IICA, 2021), aunque en otros contextos la investigación ya integra el concepto de bioeconomía circular (e.g. Donner et al., 2022; Gregg et al., 2020; Mishra et al., 2023).

Estos argumentos llevan a preguntarnos en qué medida los residuos disponibles en la agroindustria argentina podrían ser reincorporados en otras cadenas de valor, mejorando así la circularidad de la economía. La identificación de estos residuos y su análisis desde una perspectiva de cadenas de valor aportan directamente a la problemática del aprovechamiento de lo que actualmente se consideran desperdicios, pero que por el contrario son materiales valiosos desde una perspectiva de bioeconomía circular. Indirectamente, se está aportando a la problemática ambiental en general y a la del cambio climático en particular, dado que los residuos biomásicos son los generadores de gran parte de los gases de efecto invernadero (Cusenza et al. 2021; Kumar Sarangi et al., 2023).

Para poder avanzar en el aprovechamiento de oportunidades de negocio biocirculares y en nuevas cadenas de valor (Donner et al., 2020; Salvador et al. 2023), es necesario profundizar el conocimiento sobre los residuos que se generan. Por esta razón, el objetivo de este trabajo es identificar los residuos agroindustriales de diferentes cadenas de valor argentinas con potencial para transformarse en

nuevos insumos de otras cadenas de valor, bajo el enfoque de la bioeconomía circular. Para abordar este objetivo, se realizó un análisis exploratorio y descriptivo de ocho cadenas de valor agroindustriales en diferentes provincias argentinas, utilizando el enfoque de cadenas globales de valor como marco teórico-analítico (Fernández-Stark y Gereffi, 2019; Gereffi, 2019; Sturgeon, 2011 [2009]).

La principal contribución de este trabajo es empírica y está relacionada con la identificación de biomasa residual y las posibilidades de agregado de valor desde el enfoque de la bioeconomía circular (Donner et al., 2022). Este trabajo permite reconocer en qué eslabones de las cadenas de valor analizadas se generan estos residuos, para poder tomar decisiones en cuanto a la maximización de su circularidad y eficiencia de los procesos. Aunque la investigación se llevó a cabo en Argentina, la metodología utilizada puede ser replicada en otros contextos para realizar comparaciones, además de aportar al conocimiento general sobre bioeconomía circular. También existe una contribución teórica relacionada con la integración de dos enfoques no analizados en conjunto anteriormente: por un lado, el marco de cadenas globales de valor que permitió abordar las diferentes cadenas, sistematizar los hallazgos y focalizar en los residuos de cada etapa; y, por el otro, el enfoque de la bioeconomía circular como modelo de identificación del aprovechamiento de la biomasa disponible y de las oportunidades de agregado de valor de cada cadena.

La estructura del trabajo se organiza de la siguiente manera: en primer lugar se expone el marco teórico haciendo énfasis sobre bioeconomía circular y cadenas de valor; luego se plantea la metodología aplicada; a continuación, se exponen los resultados; y, por último, se indican las conclusiones y reflexiones finales.

2. MARCO TEÓRICO

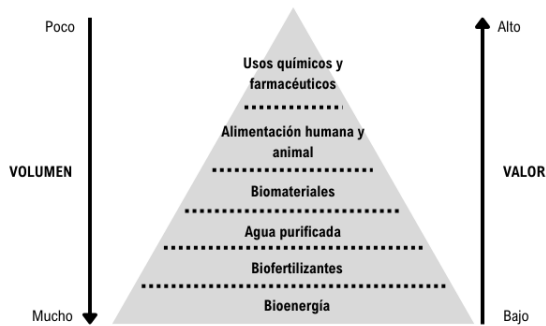
2.1. Bioeconomía circular

La economía circular es un sistema económico que busca minimizar el uso de los materiales sin restringir el crecimiento económico, manteniendo el valor de los recursos el mayor tiempo posible, minimizando la generación de residuos desde el diseño y regenerando los sistemas naturales (Korhonen et al., 2018). La bioeconomía, por su parte, aborda la circularidad desde la valorización de los residuos de biomasa y pretende disociar el crecimiento económico de los combustibles fósiles y, en cambio, vincularlo a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (D'Amato y Korhonen, 2021).

Stegmann et al. (2020: 5) definieron la bioeconomía circular [BEC] como “la valorización eficiente de los recursos de biomasa en cadenas de producción integradas y con múltiples salidas [...] aprovechando también los residuos y desechos y optimizando el valor de la biomasa [...] a través del uso en cascada”. En la BEC se utilizan recursos biológicos para elaborar productos de alto valor añadido y establecer sistemas en cascada para aprovechar al máximo esos recursos, sustituyendo materias primas de origen fósil y minimizando el impacto sobre el medio ambiente (Carus y Dammer, 2018; Salvador et al., 2023).

La BEC busca la optimización del valor agregado que se puede obtener de los residuos mientras se asciende en la pirámide de valor (figura 1): a medida que se avanza hacia la cima se utiliza cada vez menor volumen de biomasa y se agrega mayor valor (Stegmann et al., 2020). Las posibilidades de agregado de valor son: bioenergía, biofertilizantes, agua purificada, biomateriales, alimentación humana y animal, usos químicos y farmacéuticos (Donner et al. 2020).

Figura 1.
Pirámide de agregado de valor de biomasa



Fuente: Elaboración propia en base a Donner et al. (2020) y Stegman et al. (2020)

En la agroindustria, la biomasa es un residuo que muchas veces no es aprovechado en los procesos de transformación y comercialización y que, generalmente, se genera en gran volumen y provoca impactos negativos en el ambiente por la emisión de gases efecto invernadero (Cusenza et al. 2021; Kumar Sarangi et al., 2023). A través de la BEC, estos residuos son factibles de ser transformados en productos, integrándose como materia prima en otros procesos de producción.

Para Argentina y para otros países latinoamericanos, la bioeconomía se presenta como una gran oportunidad debido a las óptimas condiciones de la región en términos de recursos biológicos, producción de biomasa, estructuras agrícolas, industriales y económicas (Rodríguez, Rodríguez y Sotomayor, 2019; Tittor, 2021).

2.2. Cadenas globales de valor

El enfoque de Cadenas Globales de Valor [CGV] se ha transformado en un método de investigación aplicada basada en el estudio de casos y la investigación cualitativa, que se vale de la estructura de la CGV para realizar estudios de una industria en particular, aportando perspectivas complementarias a los análisis cuantitativos agregados (Fernández-Stark y Gereffi, 2019), describiendo el proceso de transformación de materias primas en productos finales (Gereffi,

2019). En este marco, se proponen distintas dimensiones de análisis entre las cuales existe la posibilidad de enfatizar en la generación de residuos (Gregson y Crang, 2015).

Las dimensiones de análisis utilizadas son las diferentes etapas propuestas por la literatura de CGV, a saber: estructura de entradas y salidas, alcance geográfico, gobernanza, upgrading, contexto institucional y stakeholders. La estructura de entradas y salidas se enfoca en los actores que trabajan en la obtención y transformación del producto; el alcance geográfico presenta los diferentes países y regiones que participan de la industria; la gobernanza observa los mecanismos por los que se ejerce el poder dentro de la cadena; el upgrading refiere a las mejoras económicas, sociales y/o ambientales que han tenido lugar en el sector; el contexto institucional, a las lógicas y normas que regulan la actividad; y los stakeholders, a la manera en que otros actores han influido en el desempeño de la cadena (Fernández-Stark y Gereffi, 2019).

Estudiar a la BEC con el marco de las CGV brinda una mirada interesante para identificar actores, procesos, flujos de producto, residuos y subproductos que se generan en las distintas etapas y eslabones. Esto permite mapear residuos e interconectar cadenas dispersas geográficamente para el logro de una mayor circularidad (Hofstetter et al., 2021). La relación entre ambos conceptos ya ha sido propuesta como metodología de análisis de cadenas de valor agroindustriales (Amato et al., 2024).

3. METODOLOGÍA

La metodología utilizada es de tipo cualitativa, descriptiva y exploratoria. Se realiza un estudio de casos múltiples, el cual es apropiado cuando se quiere entender un fenómeno desde una perspectiva holística (Stake, 2005; Yin, 1989). El objeto de estudio son diferentes cadenas de valor de la agroindustria argentina. Se utilizó el marco

metodológico de análisis propuesto por Amato et al. (2024) por su especificidad en relación a los objetivos de este artículo.

La identificación y selección de los casos se realizó de acuerdo a estrategias de casos opuestos, teniendo en cuenta demandas existentes para el estudio de determinadas cadenas de valor poco o nada investigadas y por el contrario otras cadenas muy estudiadas en el país. Para esta selección se realizaron entrevistas preliminares a expertos en bioeconomía argentina y se relevaron documentos como el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2030 del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Nación Argentina (MINCITI, 2022). Con base en los resultados obtenidos de este proceso, se seleccionaron ocho cadenas de valor de relevancia para el objetivo propuesto, a saber: bioetanol de maíz en la Provincia de Córdoba, jojoba en la Provincia de La Rioja, quinoa en las Provincias de Salta y Jujuy, chía en la Provincia de Salta, y carne bovina, carne aviar, forestal nativa y vitivinícola en la Provincia de La Pampa.

La estrategia y el método para la recolección de datos fueron las recomendadas por la literatura para estos estudios cualitativos: revisión documental, observación directa y entrevistas semiestructuradas (Stake, 2005; Yin, 1989). La revisión documental incluyó informes, reportes, estadísticas y otros documentos de interés para la descripción de los casos, los cuales se encuentran referenciados en la descripción de los resultados. A su vez, hubo oportunidad de realizar observaciones directas al momento de la realización de las entrevistas presenciales. Las entrevistas semiestructuradas fueron dispensadas entre los meses de mayo a noviembre de 2023 a 49 informantes clave de las ocho cadenas (13 entrevistas en la cadena de valor del bioetanol de maíz, 7 en la jojoba, 9 en la quinoa, 6 en la chía, 3 en la cárnica bovina, 5 en la cárnica aviar, 4 en la forestal nativa y 4 en la vitivinícola). Todos los entrevistados recibieron el consentimiento informado en relación a la utilización de los datos vertidos de la entrevista y sobre los entrevistados.

Para las entrevistas se utilizó una guía de preguntas confeccionada con base en el marco teórico y los antecedentes del estudio. Esta guía se focalizó en las dimensiones de análisis del enfoque de CGV y sus etapas para la descripción de las cadenas, haciendo foco en la generación de biomasa residual, su aprovechamiento y usos actuales y potenciales (Amato et al., 2024), resultando ser estas dimensiones las principales categorías de análisis de los datos. Todas las entrevistas fueron transcritas literalmente en documentos que luego formaron parte de la fuente de datos.

Para el análisis de datos se utilizó el software Atlas.ti a través del cual se crearon y analizaron las categorías predefinidas y códigos en base al marco teórico surgiendo determinados códigos para analizar las fuentes de datos, y nuevas categorías y códigos emergieron durante el análisis. Todas las fuentes de datos, primarios y secundarios, fueron cargadas como documentos primarios en el software y fueron analizadas de acuerdo a las categorías y códigos predefinidos y emergentes. Luego, para la exposición de los resultados del análisis de datos, se seleccionaron diferentes técnicas para la exposición de los resultados del análisis de datos, útiles para el logro del objetivo de este artículo: descripciones, gráficos y tablas.

Para garantizar la fiabilidad se utilizaron técnicas recomendadas en metodología cualitativa (Maxwell, 2013), tales como: la saturación de la información y la triangulación de fuentes de información (tanto en la elección de los entrevistados como en la combinación de fuentes primarias y secundarias).

4. RESULTADOS

Los resultados se presentan por cada una de las cadenas de valor analizadas. Se incluyen las descripciones de acuerdo a algunas de las etapas de análisis de cadenas de valor del enfoque de CGV. Por último, se integran los resultados asociados a la identificación de biomasa residual

de las ocho cadenas en una tabla junto con las oportunidades de valor agregado.

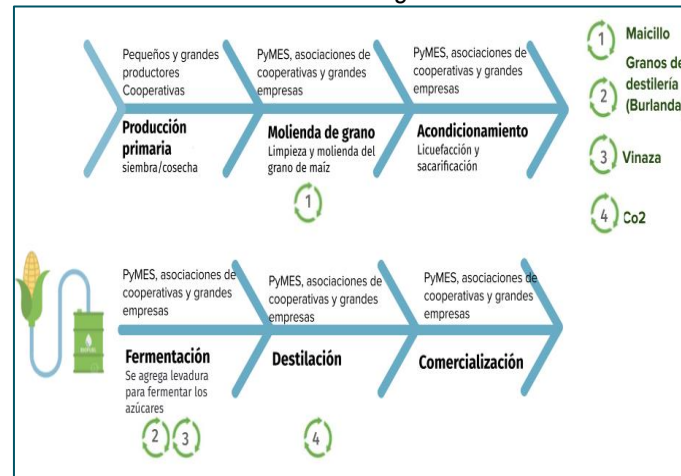
4.1. Cadena de valor del bioetanol de maíz

Argentina se encuentra entre los principales productores de biodiésel y bioetanol a nivel mundial (USDA, 2022). La provincia de Córdoba es la responsable del 80% de la producción de bioetanol de maíz de Argentina, y respecto a la totalidad del sector de bioetanol representa el 42% de la producción nacional (Secretaría de Energía, 2016 [2023]).

Son tres empresas las que integran el sector en esta región, produciendo etanol de maíz para utilizarlo como hidrocarburo, así como existen otras que utilizan micro destilerías. Las dos principales están destacadas como ejemplos de bioeconomía en el país por su tecnología y capacidad de transformar residuos en insumos, ya sea para uso propio como para comercializarlos. El proceso de producción de etanol es llevado a cabo íntegramente por estas empresas, abarcando desde la molienda del grano hasta su comercialización (figura 2).

Inicialmente, el grano es limpiado, generando un primer residuo conocido como "maicillo", el cual se puede utilizar como alimento para ganado. Posteriormente, el proceso comienza con el acondicionamiento de los granos y la fermentación. Parte del preparado se envía a la destilación y otra parte se somete a centrifugación; el puré que va a este último proceso resulta en la obtención de granos destilados, comúnmente llamados burlanda, y también en vinaza o destilado de maíz, que se utiliza para generar energía térmica o eléctrica. Finalmente, el etanol se obtiene mediante el proceso de destilación, donde se transforma una fracción en este alcohol y otra en dióxido de carbono (CO₂).

Figura 2.
 Cadena de valor del etanol en Argentina



Fuente: Elaboración propia

Cada 1.000 toneladas de maíz procesadas se obtienen aproximadamente un 30% de etanol, un 30% de dióxido de carbono (CO₂) y un 30% de granos de destilería (burlanda). Según las empresas productoras entrevistadas, todas comercializan este último subproducto, el mismo tiene grandes propiedades nutricionales para la alimentación animal en tambos o en feedlots. Algunas de ellas optan por realizar un proceso adicional de secado, resultando en burlanda seca (DDGS por sus siglas en inglés), debido a sus facilidades para ser transportada y por lo tanto exportarla, mientras que otras lo distribuyen en su estado húmedo a feedlots cercanos. Este subproducto se genera en grandes cantidades y el mercado ha desarrollado un cierto grado de adaptación, facilitando su comercialización. Por otro lado, no todas las empresas capturan el CO₂ generado. La razón radica en que el mercado del CO₂ pertenece a un sector industrial diferente que no todos los productores de etanol conocen, siendo más cerrado y resultando difícil acceder al mismo. Es por ello que algunos productores han optado por asociarse con otras empresas de la industria química, que se encarguen de la captura y comercialización de este producto. El mismo se recupera para utilizarlo en la industria alimenticia, especialmente bebidas carbonatadas, en la

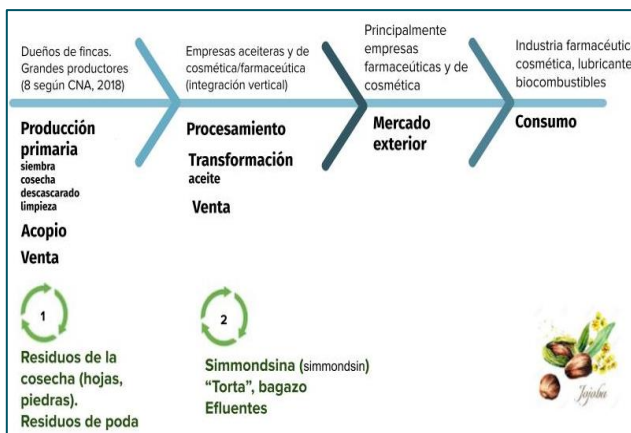
industria minera, como en la extracción de litio y en equipos anti incendios como matafuegos.

4.2. Cadena de valor de la jojoba

La planta de la jojoba (*Simmondsia chinensis*) es un pequeño arbusto perenne, resistente a la sequía, que se cultiva en climas desérticos y produce semillas que se trituran para extraer aceite. Este aceite es la única cera botánica conocida que es líquida a temperatura ambiente y de características similares al sebo humano, que se utiliza como hidratante natural de la piel. Se calcula que unas 5.000 toneladas de jojoba se utilizan en productos de cuidado personal fabricados en todo el mundo (IJEC, 02/04/2024).

En Argentina, La Rioja por sus características de suelo y clima, es la única provincia donde se cultiva jojoba. La superficie implantada es de unas 4.000 hectáreas, con una producción anual que ronda las 4.000 y 6.000 toneladas, que se transforman y exportan en forma de aceite, generando ingresos de entre US\$6 y US\$8 millones al año. Las implantaciones se encuentran concentradas en el Departamento Arauco (95% de la superficie total), siendo ocho las unidades de explotación primaria (INDEC, 2021) y sólo tres de ellas además producen aceite y exportan (figura 3).

Figura 3.
Cadena de valor de la jojoba en Argentina



Fuente: Elaboración propia

En la etapa de producción primaria los residuos se generan en la cosecha y la poda, y alcanzan grandes volúmenes periódicos. El destino habitual de los residuos de poda es la quema o incineración, o en el caso de las hojas secas se desparraman en los establecimientos. El principal residuo de la industrialización de la jojoba se lo denomina torta, que queda después de la extracción por presión del aceite; representa aproximadamente el 45% del total industrializado, tiene alto contenido de proteína de buena calidad (30% aproximadamente) y entre un 8-9% de materia grasa. Si bien en un momento se probó como alimento para animales, este uso se desestimó porque contiene una sustancia denominada simondsina que es inhibidora del apetito. La simondsina, por otra parte, ha sido probada en Europa para su uso contra el cáncer, dado que inhibiría la formación de nuevos vasos sanguíneos y deteniendo el crecimiento de ciertos tumores.

Según indicaba un productor entrevistado, cuando el precio de la jojoba era muy alto, la torta se exportaba a Estados Unidos, donde se extraía el aceite residual mediante el uso de solventes. Actualmente, que los precios han bajado, se vende a una cementera argentina que lo utiliza como combustible para sus hornos. Otro de los usos factibles de la torta es molerla y tamizarla con distintas granulometrías y obtener un exfoliante natural. En el caso relevado, se intentó implementar este uso pero no generó demasiado interés por falta de viabilidad, ya que los volúmenes de venta del producto son muy chicos y los volúmenes de residuos muy grandes.

4.3. Cadena de valor de la quinoa

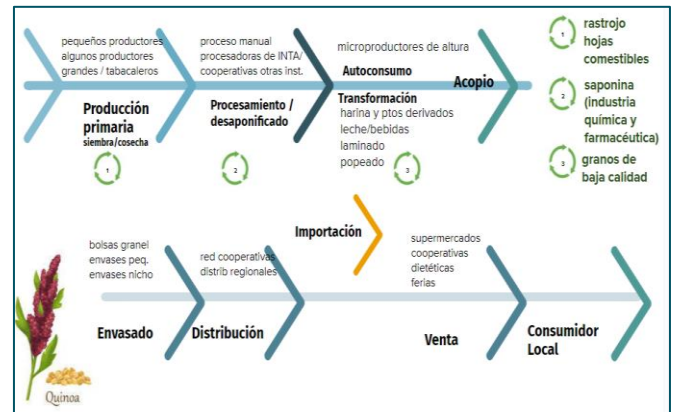
La quinoa o quinua (*Chenopodium quinoa*) es un cultivo ancestral de la Cordillera de los Andes que despertó el interés en el ámbito internacional por sus propiedades nutraceuticas, siendo presentado como un superalimento rico en nutrientes y proteínas (Bocchetto et al., 2020; INTA, 2013). Este cultivo tuvo una expansión geográfica impulsada por un evento que generó un pico en la

demanda internacional: la Asamblea General de la ONU declaró al año 2013 como “Año Internacional de la Quinoa” (Kerssen, 2015). Este pico en la demanda implicó una transformación en la manera de producir y consumir este alimento a nivel mundial, que pasó de ser un cultivo de subsistencia para pequeños productores a constituir un cultivo comercial de alto valor, consumido en países de elevados ingresos como Estados Unidos y la Unión Europea (Gamboa et al., 2020), interesados en alimentos de alto valor nutricional asociados a un determinado origen geográfico y cultural (Bochetto et al., 2020).

En el mundo, la producción de quinoa se ha concentrado tradicionalmente en Perú y Bolivia. Se produce en menor medida en otros países como Ecuador, Chile, Colombia y Argentina, y más recientemente, en Estados Unidos, España y China, entre otros. En Argentina es un cultivo típico del noroeste (provincias de Salta y Jujuy), aunque en las últimas décadas se ha extendido hacia otras provincias, aprovechando su capacidad para enfrentar cambios adversos en los suelos y temperaturas extremas. En el país, se produce en parcelas pequeñas y la mayoría de los productores se agrupan en cooperativas para alcanzar mayor volumen de producción para su comercialización, por lo cual se concibe como un cultivo de la agricultura familiar (Balanta Martínez, López de Parra y García Capdevilla, 2022; Moyano Estrada, 2014). La producción casi en su totalidad es para el mercado interno, existiendo incluso importación de este alimento desde Bolivia.

Para el caso de la quinoa, se realizó el mapeo de la cadena desde la etapa de producción de la semilla hasta la comercialización y distribución en el mercado (figura 4). Se identificaron los residuos generados a lo largo de la cadena.

Figura 4.
Cadena de valor de la quinoa en Argentina



Fuente: Amato et al. (2024, p. 49)

Se generan residuos biomásicos en las etapas de producción primaria, procesamiento y transformación. En la producción primaria se generan residuos tales como las hojas y panojas de la planta de quinoa. Las hojas pueden tener un valor agregado para forraje o para consumo humano, mientras que las panojas, como suelen tener color, se pueden usar para hacer pigmentos para la industria alimenticia. En la etapa de procesamiento se realiza el proceso de desaponificado, que consiste en extraer la saponina, que es una sustancia amarga y no apta para el consumo humano que recubre al grano de quinoa. Según algunos autores, esta sustancia es de utilidad para uso farmacéutico y cosmético, pero en la actualidad este producto no se comercializa en Argentina, sólo se desecha o se utiliza en forma casera (Amato et al., 2024; Scalise, 2014). En la etapa de transformación, el principal residuo de biomasa son los granos de baja calidad, los cuales son utilizados principalmente para forraje y existen algunas iniciativas para su aprovechamiento para consumo humano (por ejemplo, nuevos productos en base a estos granos, como harina o panificados).

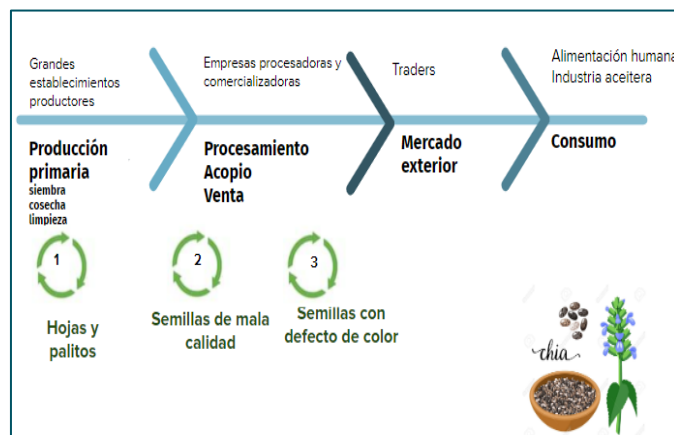
4.4. Cadena de valor de la chía

La chía (*Salvia hispánica* L.) es una planta originaria de México y Guatemala; era el alimento básico de los aztecas desde hace más de 2.000 años. Con la introducción de otros cereales en la época colonial, este cultivo fue casi desapareciendo. En la década de 1990 se la redescubrió, ante la búsqueda de alimentos que permitieran incrementar la ingesta de ácidos grasos omega-3, asociados con la prevención de enfermedades cardiovasculares. Esta semilla contiene un 35% de ácidos grasos, destacándose el alfa-linolénico perteneciente a la serie omega. Además, tiene un 25% de fibra y 20% de proteínas y es fuente de antioxidantes, vitaminas y minerales. Es apta para celíacos ya que no contiene gluten y, para uso farmacéutico, se elaboran cápsulas de chía como suplemento nutricional. Por otra parte, el aceite de chía es excelente secante para la protección de pinturas, artesanías y maderas finas (Rovati et al., 2012).

La chía fue introducida en Argentina en 1988 y luego de una etapa de investigación y desarrollo surgieron emprendimientos comerciales con apoyo de Estados Unidos que la llevaron al resto del mundo, lo que demuestra el importante rol de Argentina en el resurgimiento de este cultivo a nivel global (Ayerza, 2016). En la actualidad, los principales países productores son Argentina, Bolivia, Ecuador, Guatemala, México, Nicaragua y Paraguay (Tradelink, 2021).

En Argentina, el cultivo de chía tiene un perfil exportador, siendo los principales destinos Estados Unidos y la Unión Europea (Scalise, 2015). En el año 2018 se registraron en el país 12.819 hectáreas cultivadas con chía, de las cuales 12.579 se concentraban en la provincia de Salta, 200 en Jujuy y 40 en Santiago del Estero (INDEC, 2021). Dado su perfil exportador, la cadena de valor se encuentra centralizada en torno a unas pocas empresas comercializadoras que tienen vínculos con el exterior (figura 5).

Figura 5.
Cadena de valor de la chía en Argentina



Fuente: Elaboración propia

Una particularidad de este cultivo es la importancia de las certificaciones de calidad y sustentabilidad que exigen los mercados internacionales, por ejemplo, la certificación de producto orgánico, la norma de inocuidad HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) y ciertas restricciones en el uso de envases plásticos. De acuerdo a lo relevado, una empresa comercializadora está incursionando en la certificación REDD+ (Reducing Emissions from Deforestation and forest Degradation) vinculada a los bonos de carbono. Para cumplir con los estándares de calidad, las empresas procesadoras cuentan con tecnología de punta, tales como detectores de metales e identificación de colores en las líneas de procesamiento. Las características de calidad del producto pueden extenderse también a los residuos.

El principal residuo de la cadena es el producto de descarte en la etapa de procesamiento, que es en torno al 10% de la producción. Se identifican tres tipos de descartes: materia orgánica en general (hojas y palitos), semilla de mala calidad y semilla de buena calidad pero con defecto de color. En la actualidad estos residuos se procesan en conjunto y se destinan a la alimentación de ganado porcino de establecimientos próximos, aunque no es una actividad regular en todos los casos. La semilla de

mala calidad y con defecto de color tiene potencial para la alimentación de ganado bovino y equino, si bien los intentos que se realizaron hasta el momento no dieron resultado. El flujo de producción de residuos es continuo, por lo que la cantidad y regularidad estarían garantizadas. Para utilizar los residuos de chíá con fines industriales, como la elaboración de secantes para la madera y peletería, sería necesario trasladarlos hasta la provincia de Buenos Aires, pero esto no es viable por los excesivos costos logísticos.

4.5. Cadena de valor de la carne bovina

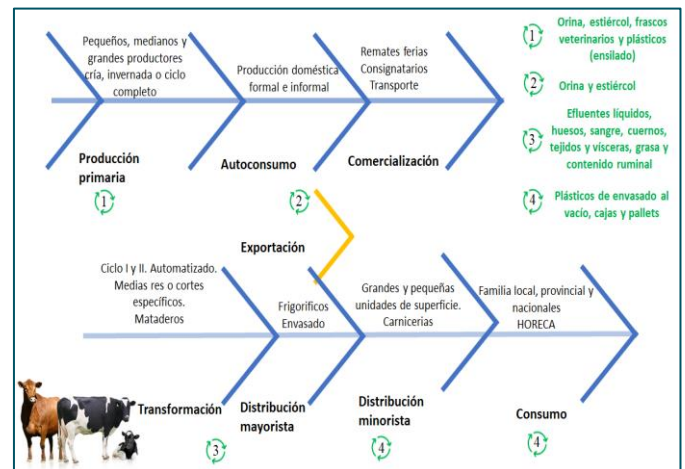
En la provincia de La Pampa, la cadena cárnica bovina (figura 6) cumple un rol estratégico en la socio-economía local, principalmente por la contribución al Valor Bruto de la Producción (VBP), generación de puestos de trabajo, recursos para el sector público, efectos multiplicadores directos e indirectos, proveedor de alimentos esenciales en la dieta humana, preponderancia histórico-cultural y generación de divisas (Perez et al., 2021). Representa una fuente de mano de obra e ingresos a partir de la comercialización de productos y subproductos, brindando también garantías de inocuidad alimentaria (Ministerio de la Producción de La Pampa, 2022).

Según datos del Servicio Nacional de Seguridad y Calidad Agroalimentaria (SENASA), en la provincia en el año 2022, ha aumentado un 4,62 % en la cantidad de cabezas producidas y 18,44% las faenadas en comparación con el año 2021. El total de cabezas faenadas se encuentra distribuido en las siguientes categorías: Novillito (37%), Vacas (29%), Vaquillonas (14%), Novillos (7%), Novillito 2D (4%) y el resto corresponde a otras categorías (9%).

En la provincia se identifican un total de nueve agroindustrias de primera transformación de faena bovina; siete de éstas exportan sus productos al exterior. Más del 50% de la cantidad exportada se encuentra concentrada en dos establecimientos (Ministerio de Producción de La Pampa, 2022). Durante el año 2022, el 44,6% de lo producido en

la provincia se destinó a los mercados internacionales. Los destinos de exportación fueron China (66,7%), Brasil (14,4%), Israel (7,25%), Alemania (5%) y por último Estados Unidos (2,56%) (Ministerio de Producción de La Pampa, 2022).

Figura 6.
 Cadena de valor cárnica bovina de la provincia de La Pampa



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la figura 6, la cadena cárnica bovina en La Pampa se inicia con la adquisición de insumos y terneros de cabañas, identificándose 441 establecimientos según el Censo Nacional Agropecuario del año 2018 (INDEC, 2021). En esta etapa participan cabañeros, veterinarios, agronomías, centros de inseminación, empresas de forrajes y maquinarias, y transportistas. La cría e invernada involucra a 5.963 explotaciones agropecuarias en la provincia, donde se destacan criadores, invernaderos y veterinarios. El autoconsumo se genera en la producción doméstica de manera formal e informal. Los residuos generados en esta fase incluyen orina, estiércol, plásticos de ensilado y frascos veterinarios.

Los remates-ferias, consignatarios y mercados concentradores intervienen en la venta y distribución de animales, eliminando la atomización del eslabón primario. Durante el

transporte, se generan deyecciones adicionales que también deben ser cuantificadas como residuos con potencial circular. Los mataderos-frigoríficos en la provincia son 8, convierten la hacienda en media res o cortes específicos. Los residuos y subproductos en esta etapa incluyen efluentes líquidos, tejidos, huesos y deyecciones. El eslabón de distribución, a cargo de transportistas, conecta los productos con diferentes puntos de venta, destacándose carnicerías, hoteles, grandes y pequeñas unidades de superficie y exportación. Los residuos que se generan son plásticos de envasado al vacío, cajas y pallets. El eslabón del consumidor final se divide en consumidores provinciales, nacionales e internacionales, donde Argentina es uno de los principales consumidores de carne bovina.

4.6. Cadena de valor de la carne aviar

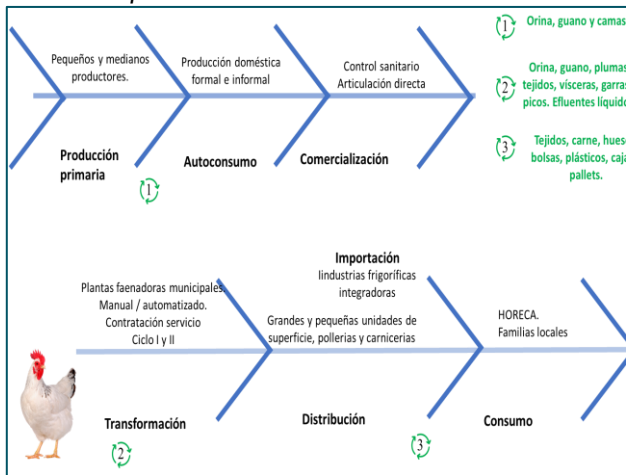
La cadena cárnica aviar en la provincia de La Pampa se distingue por un número incipiente de participantes y un desarrollo limitado en términos productivos y económicos (Ferro Moreno et al., 2023). La producción local de carne aviar se lleva a cabo mayormente en unidades de producción de escala reducida, de carácter familiar y, en algunos casos, impulsada por gobiernos locales y el provincial. Sus ventas están canalizadas por canales informales que, a menudo, se extienden hasta llegar al consumidor final, especialmente en las zonas rurales de la provincia (Mariamez Jordanes y Oliveri, 2021).

Este escenario se ve influenciado por el desempeño de la cadena a nivel nacional, dado que la mayor parte del suministro de carne de pollo consumida en La Pampa procede de fuera de la provincia, principalmente de las regiones de Buenos Aires y Entre Ríos. La escasez de participantes en la cadena, la dependencia de la importación de carne aviar de otras provincias para satisfacer la demanda interna, y las necesidades de los productores locales han conferido al Estado provincial y a las autoridades

locales un papel activo y decisivo en la gestión de la cadena cárnica aviar en La Pampa.

La cadena de valor aviar (figura 7) comienza con la reproducción de planteles de abuelos. Los bisabuelos, abuelos y parrilleros son adquiridos principalmente en Entre Ríos y Santa Fe. Los productos obtenidos son carne y huevo. Existe un alto porcentaje de consumo informal que forma parte del autoconsumo doméstico de las granjas. Esta etapa está constituida por pequeños y medianos productores. El eslabón de autoconsumo se caracteriza por la producción doméstica formal y en mayor medida informal. En estos dos eslabones se generan los siguientes residuos: orina, guano y el principal desecho generado son las camas (guano, orina, aserrín y/o paja). Los productos se venden a mayoristas o directamente a mercados locales. Planteando como punto crítico el control sanitario y la articulación directa entre oferentes y demandantes. Respecto a la transformación, la provincia cuenta con 3 plantas faenadoras municipales y 1 matadero municipal. Representadas por plantas de Ciclo I y Ciclo II. En las cuales la faena suele ser manual, automatizada o mixta. En esta etapa se genera orina, guano, plumas, tejidos, vísceras, garras, picos y efluentes líquidos. En la distribución participan grandes y pequeñas unidades de superficie, pollerías y carnicerías. Gran parte de lo distribuido en la provincia proviene de importaciones de industrias frigoríficas integradas (Entre Ríos, Santa Fe y Buenos Aires).

Figura 7.
 Cadena de valor de la carne aviar de la provincia de La Pampa



Fuente: Elaboración propia

4.7. Cadena de valor de la industria forestal nativa

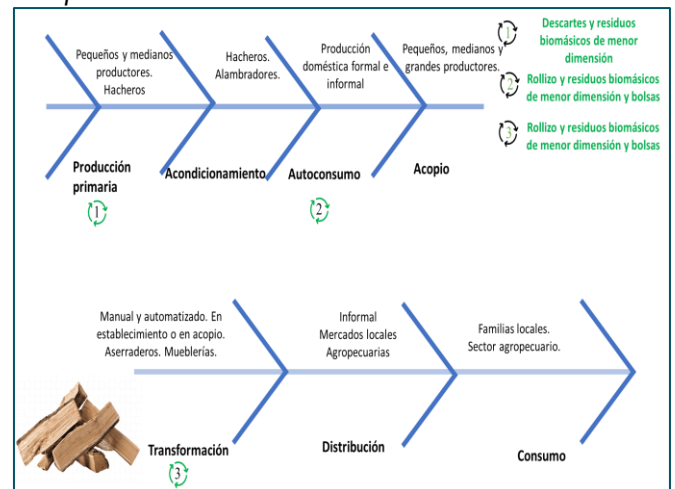
El 23% del territorio de la provincia de La Pampa está conformado por bosques nativos, una superficie de 3.343.376 hectáreas. La explotación de la región boscosa del caldenal constituye la principal fuente de madera nativa en la provincia, complementada por participaciones menores de bosques implantados, predominantemente bajo riego. Especies como el pino, el eucalipto y el álamo son comunes en áreas específicas (Perez, 2019).

Los productos forestales se dividen en primarios e industrializados. Los primarios, como la leña, el rollizo y los productos agropecuarios, son extraídos del bosque nativo y comercializados como tales. La leña, especialmente el piquillín, el algarrobo y el caldén, es demandada tanto para calefacción en invierno como para cocinar en verano.

El caldén, siendo el más extraído y comercializado, representa el 62% de la especie caldén en todo el país, seguido por el algarrobo y el piquillín (Ferro Moreno et al., 2019). La cadena

forestal en La Pampa (figura 8) inicia con la explotación de bosques nativos y la prestación de servicios forestales. Tras obtener los permisos necesarios, se realizan actividades de marcación y apeo, principalmente de ejemplares maduros, con el objetivo de obtener madera para su transformación. La extracción se realiza mediante hacheros y empresas contratistas, subdivididas en aquellas con y sin maquinaria pesada. En la provincia se encuentran inscriptos 54 hacheros (57%), 24 empresas contratistas con maquinaria pesada (25%) y 17 contratistas (18%). La etapa de autoconsumo es doméstica e informal generando hasta este punto residuos biomásicos de menor dimensión, rollizos, bolsas y descartes. La etapa de transformación incluye la primera transformación en aserraderos y centros de acopio de leña. En La Pampa operan 7 aserraderos y 492 transportistas habilitados. La distribución minorista se divide en formal e informal, con negocios especializados y diversificados. La demanda de productos forestales se concentra en leña para calefacción, principalmente en invierno y en áreas sin acceso a gas natural. La calidad y disponibilidad de la leña son atributos importantes para los consumidores, que buscan una oferta constante y de buena calidad.

Figura 8.
 Cadena de valor forestal de la provincia de La Pampa



Fuente: Elaboración propia

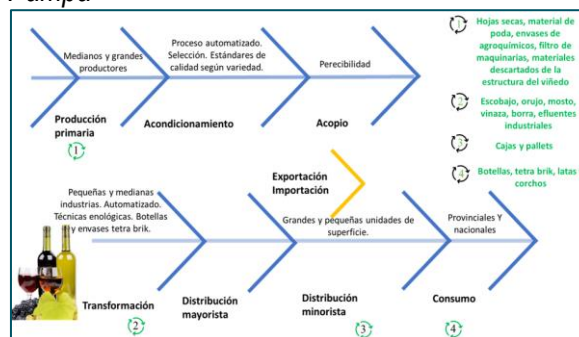
4.8. Cadena de valor vitivinícola

La producción primaria de vid en La Pampa se concentra en la región sur, donde el acceso al agua dulce del Río Colorado para riego es fundamental (Ferro Moreno et al., 2023). En el año 2020, unas 235 hectáreas estaban en producción, con la mayoría ubicada entre Gobernador Duval, 25 de Mayo y Casa de Piedra. El tamaño medio de los viñedos es de 14,9 hectáreas, superior al promedio nacional. Predominan las uvas tintas, representando el 86% del cultivo, seguida por las blancas (12,5%) y las rosadas (1,5%). En los últimos años, se establecieron bodegas de diversos tamaños en varias localidades.

En el eslabón de la producción primaria se generan la mayor cantidad de residuos de la cadena. Hojas secas, material de poda, materiales de la estructura de viñedos, filtro de maquinarias y envases de agroquímicos. Los actores intervinientes son medianos y grandes productores de uva. La etapa de acondicionamiento de la producción primaria incluye la preparación del suelo, plantación, manejo y control respetando los estándares de calidad según el tipo de variedad. La mayoría de los procesos son automatizados. El eslabón de la transformación se caracteriza por la actuación de pequeñas y medianas industrias. Llevan adelante procesos automatizados y la aplicación de conocimientos técnicos y enólogos y personal de bodega. La distribución mayorista y minorista se realiza a través de grandes y pequeñas unidades de superficie. Generando importaciones y exportaciones de vino. Por último, el consumo del producto se da tanto a nivel provincial como nacional (figura 9).

Figura 9.

Cadena de valor de la vid de la provincia de La Pampa



Fuente: Elaboración propia

4.9. Integración: mapeo de residuos agroindustriales con potencial biocircular

De acuerdo a los residuos de biomasa identificados en las cadenas de valor en estudio, los resultados se integran desde una perspectiva de bioeconomía circular comparando los casos analizados e identificando las oportunidades de agregado de valor según la pirámide de Donner et al. (2020) (véase tabla 1).

En la tabla 1 se muestran las ocho cadenas de valor agroindustriales seleccionadas. De cada una de ellas se hace foco en la biomasa residual identificada a través del análisis de datos y en qué etapa de la cadena genera ese residuo. Dado el interés particular de este trabajo de ofrecer opciones de mejora en el manejo de estos residuos biomásicos, se integra en esta tabla cuál es el agregado de valor que se está realizando actualmente en cada cadena, y cuáles son las oportunidades de mejora con agregado de mayor valor según la pirámide de Donner et al. (2020) identificada en figura 1.

Tabla 1.
Mapeo de residuos agroindustriales con potencial biocircular en cadenas de valor seleccionadas

CV	Biomasa residual identificada	Etapas de generación en la CV	Agregado de valor actual	Oportunidad de agregado de valor
Etanol de maíz	Maicillo	Molienda de grano	Alimentación animal (ganado vacuno)	Biomateriales
	Vinaza	Fermentación	Insumo para biogás	Biofertilizantes
	Granos destilados	Fermentación	Alimentación animal (ganado vacuno y porcino)	Biomateriales
	Co2	Destilación	Insumo para industria alimenticia y minera	Usos químicos y farmacéuticos
Jojoba	Restos de poda y de cosecha	Producción primaria	---	Bioenergía. Alimentación humana y animal
	Torta	Procesamiento	Combustible para cementeras	Alimentación humana y animal
	<i>Simondsina</i>	Procesamiento	---	Usos químicos y farmacéuticos
Quinoa	Rastrojo	Producción primaria	Forraje	Alimentación humana y animal
	Hojas comestibles	Producción primaria	Consumo humano. Pigmentos	Alimentación humana y animal
	Saponina	Procesamiento	---	Usos químicos y farmacéuticos
	Granos de baja calidad	Procesamiento	Harina de quinoa. Otros productos industrializados	Alimentación humana y animal
Chía	Materia orgánica (palitos, hojas)	Producción primaria	Alimentación animal (ganado porcino)	Alimentación humana y animal
	Semillas de baja calidad	Procesamiento	Alimentación animal (ganado porcino)	Alimentación humana y animal. Usos químicos y farmacéuticos
	Semillas con defecto de color	Procesamiento	Alimentación animal (ganado porcino)	Alimentación humana y animal. Usos químicos y farmacéuticos
Carne bovina	Orina y estiércol	Primaria e industrial	Abono orgánico. Biogás	Bioenergía. Biofertilizantes. Alimentación animal
	Sangre	Industrial	Alimento balanceado. Insumo para embutidos	Biomateriales. Alimentación humana y animal. Usos

Amato, González, González, Perez, Peretti, Buraschi , Ferro Moreno

CV	Biomasa residual identificada	Etapas de generación en la CV	Agregado de valor actual	Oportunidad de agregado de valor
				químicos y farmacéuticos
	Efluentes	Industrial	Agua para riego	Biofertilizantes. Alimentación animal
	Huesos, cartílagos y otros tejidos	Industrial y distribución	Alimento balanceado. Consumo humano	Bioenergía. Biomateriales. Alimentación animal. Usos químicos y farmacéuticos
	Grasas	Industrial y distribución	Consumo humano	Bioenergía. Biomateriales. Usos químicos y farmacéuticos
	Contenido ruminal	Industrial	Biogás. Alimentos para animales	Biofertilizantes. Alimentación animal
Carne aviar	Orina y guano	Primaria e industrial	Abono orgánico	Bioenergía. Biofertilizantes. Usos químicos y farmacéuticos
	Camas	Primaria	---	Bioenergía. Biofertilizantes. Biomateriales
	Plumas	Industrial	---	Biomateriales
	Tejidos, garras, huesos y otros	Industrial	---	Bioenergía. Alimentación humana y animal. Usos químicos y farmacéuticos
Forestal nativa	Residuos forestales sin mercado biomásicos	Primaria e industrial	Generación de calor	Bioenergía
	Recortes y rollizos defectuosos	Industrial	Postes. Varillas. Material apícola Artesanías	Bioenergía
	Aserrín	Industrial	Camas para cría de animales	Bioenergía
Vitivinícola	Hojas y material de poda	Primaria	Biofertilizantes	Biofertilizantes. Biomateriales. Usos químicos y farmacéuticos
	Escobajo, orujo, mosto, vinaza y borra	Industrial	---	Bioenergía. Biofertilizantes Biomateriales. Alimentación animal. Usos químicos y farmacéuticos

CV	Biomasa residual identificada	Etapas de generación en la CV	Agregado de valor actual	Oportunidad de agregado de valor
	Efluentes	Industrial	---	Biofertilizantes

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a las categorías de agregado de valor propuestas por Donner et al. (2022), gran parte de los residuos identificados tienen potencial para agregar valor en los niveles más altos de la pirámide: industria alimenticia, química y farmacéutica. Estas oportunidades no aprovechadas en la actualidad implicarían negocios biocirculares con efectos y externalidades positivas sobre la economía local, regional y la sustentabilidad.

Dos cadenas se caracterizan por tener un aprovechamiento importante de los residuos que generan con alto valor agregado: el etanol de maíz y la carne bovina. Ambas forman parte de CGV desarrolladas, con grandes volúmenes de producción, mercados institucionalizados y desarrollos científicos-tecnológicos avanzados para ese aprovechamiento. Además, los volúmenes de residuos generados son relevantes y la calidad estandarizable.

La cadena forestal nativa tiene un aprovechamiento de residuos relevante, pero existen algunos sin utilización. En el mapeo de oportunidades de esta cadena no se detectaron alternativas circulares que vayan más allá de la generación de energía térmica.

Las cadenas de valor de jojoba, quínoa, chíá, avícola y vitivinícola tienen un aprovechamiento incipiente y escaso de los residuos, en general con poco valor agregado. Estas cadenas tienen grandes oportunidades de negocio biocirculares que podrían mejorar la productividad y el uso de los recursos y factores productivos.

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La bioeconomía circular es un concepto útil para hacer frente a los retos que el modelo de

producción lineal enfrenta, principalmente en materia de sustentabilidad. Dentro de este marco, el mapeo de oportunidades de los residuos biomásicos de cadenas de valor agroindustriales constituye un aporte para el aprovechamiento de esos residuos, que podría mejorar la productividad, sostenibilidad y competitividad sistémica de esas cadenas. Por ello, en este artículo el enfoque de la bioeconomía circular se complementó con el de cadenas globales de valor para la realización de un mapeo de residuos agroindustriales en ocho cadenas de valor argentinas, incluyendo actores, etapas, procesos, productos y residuos biomásicos de las cadenas seleccionadas.

En lo empírico, los hallazgos muestran que no todas las cadenas analizadas presentan los mismos avances en cuanto a transformación y agregado de valor de residuos biomásicos, aunque todas ellas producen estos residuos en cantidad y calidad. Dos de las cadenas analizadas (etanol de maíz y carne bovina) presentan avances significativos en aprovechamientos con mayor valor agregado. Las otras (jojoba, quínoa, chíá, carne aviar, vitivinícola y forestal nativa) se encuentran en estadios más incipientes, con productos y procesos provenientes de residuos con menor valor agregado, menores volúmenes de transformación y cadenas cortas.

Estos resultados son de utilidad para los tomadores de decisiones públicos y privados relacionados con estas cadenas, para el diseño e implementación de estrategias biocirculares que reduzcan los impactos ambientales asociados con la gestión de residuos biomásicos y generen nuevos modelos de negocios.

Este trabajo posee algunas limitaciones dadas, principalmente, por la selección arbitraria de

determinados casos de estudio para su análisis. Si bien esta elección siguió un proceso lógico para determinar el muestreo teórico, se deben tomar decisiones sobre recortes en el objeto de estudio para analizar los casos en profundidad.

Finalmente, se destacan algunas líneas de investigación futura que se consideran relevantes. Por un lado, analizar las posibilidades de transformación tecnológica de esos residuos en el territorio, de acuerdo a la disponibilidad de tecnología e infraestructura para los diferentes procesos necesarios de cada residuo. Por otro lado, complementar el análisis con otras cadenas de valor similares, o en otros territorios, para poner a prueba la metodología utilizada y generar mayor evidencia empírica.

6. AGRADECIMIENTO / GRUPO DE INVESTIGACIÓN / FINANCIACIÓN:

Agradecemos a la Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación de la República Argentina por financiar esta investigación, y a los entrevistados de las diferentes cadenas por su tiempo y disposición. Este trabajo fue financiado por el Proyecto PICT 2020 N°2122 del Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica de dicha Agencia (Resolución N° RESOL-2022-3-APNDANPIDTYI#ANPIDTYI). El equipo de investigación del proyecto está compuesto por todos los autores de este artículo.

7. REFERENCIAS

Amato, C.N. (2021). Investigación en Responsabilidad Social Empresarial y Sustentabilidad Corporativa: evolución, tensiones actuales y perspectivas futuras. *Cuadernos de Administración*, 34. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cao34.irsec>

Amato, C. N.; Buraschi, M.; Peretti, M. F. y Gonzalez, S.D. (2024). Propuesta de metodología de análisis para cadenas de valor agroindustriales desde la perspectiva de la bioeconomía circular. *Cuyonomics. Investigaciones en Economía Regional*, 8(13), 39-57. <https://doi.org/10.48162/rev.42.061>

Ayerza, R. (2016). Chía: Pasado, presente y futuro. En Lo Presti, V. (Ed.): Chía, el superalimento. Editorial Planeta, Ciudad Autónoma de Buenos Aires: 36-41.

Balanta Martínez, V. J., López de Parra, L., & García Capdevilla, D. A. (2022). Análisis de los factores socioeconómicos de la agricultura familiar campesina de subsistencia en el agroturismo. *FACE: Revista De La Facultad De Ciencias Económicas Y Empresariales*, 22(1), 198–227. <https://doi.org/10.24054/face.v22i1.1488>

Bisang, R., y Felici, S. (2024). *Aportes para un país diferente: La Bioeconomía como modelo, la Agrobioindustria como motor de desarrollo*. Serie de documentos de trabajo del Instituto Interdisciplinario de Economía Política, 87: 1-47. <https://ojs.econ.uba.ar/index.php/DT-IIEP/article/view/2981/3839>

Bocchetto, R., Gauna, D., Bravo, G., González, C., Rearte, M., Molina Tirado, L., Hilbert, J., Eisenberg, P., Lecuona, R., Taraborrelli, D., Papagno, S., y Vaudagna, S. (2020). *Bioeconomía del Norte Argentino: situación actual, potencialidades y futuros posibles*. MINCyT-INTA-INTI-UNNE-UNSa-UNSE: Buenos Aires.

Carus, M., y Dammer, L. (2018). The circular bioeconomy - concepts, opportunities, and limitations. *Industrial biotechnology*, 14(2): 83-91.

- <https://doi.org/10.1089/ind.2018.29121.mca>
- Cusenza, M.A., Longo, S., Cellura, M., Guarino, F., Messineo, A., Mistretta, M., y Volpe, M. (2021). Environmental assessment of a waste-to-energy practice: The pyrolysis of agro-industrial biomass residues. *Sustainable Production and Consumption*, 28: 866-876. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.07.015>
- D'Amato, D., y Korhonen, J. (2021). Integrating the green economy, circular economy and bioeconomy in a strategic sustainability framework. *Ecological Economics*, 188: 107143. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107143>
- Donner, M., Gohier, R., y de Vries, H. (2020). A new circular business model typology for creating value from agro-waste. *Science of The Total Environment*, 716: 137065. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137065>
- Donner, M., Verniquet, A., Broeze, J., Kayser, K., y De Vries, H. (2021). Critical success and risk factors for circular business models valorising agricultural waste and by-products. *Resources, Conservation and Recycling*, 165: 105236. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105236>
- Donner, M., Erraach, Y., López-I-Gelats, F., Manuel-I-Martin, J., Yatribi, T., Radić, I., y El Hadad-Gauthier, F. (2022). Circular bioeconomy for olive oil waste and by-product valorisation: Actors' strategies and conditions in the Mediterranean area. *Journal of Environmental Management*, 321: 115836. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115836>
- Dirección General de Recursos Naturales (2018). Registros y vales de tránsito de productos forestales de la Provincia de La Pampa. Ministerio de Producción de La Pampa, La Pampa.
- FAO (2020). Actualización del balance de biomasa con fines energéticos en la Argentina. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Argentina.
- Fernández-Stark, K. y Gereffi, G. (2019). Global value chain analysis: a primer (second edition). En Ponte, S., Gereffi, G. y Raj-Reichert, G. (Eds.): *Handbook on global value chains*. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK: 54-76.
- Ferro Moreno, S., Perez, S.A., Formaggio, M.B., Vessoni, M.B., Paturllanne, J.L., Bonacci, G. y Mariano, R.C. (2019). *Análisis económico y comercial del complejo de productos forestales nativos en La Pampa: Actores, costos y agregados de valor*. Facultad de Agronomía (Universidad Nacional de La Pampa) y Dirección de Recursos Naturales del Gobierno de La Pampa, La Pampa.
- Ferro Moreno, S., Perez, S.A., Gonzalez, R.L. y Mariano, R.C. (2023). *Las agroindustrias de La Pampa: gestión competitiva y desarrollo sostenible*. Editorial Universidad Nacional de La Pampa, La Pampa.
- Fraire, M., Moine, M.B., Tamagno, M.V. y Peralta, S. (2023). De la economía lineal a la economía circular: Caracterización y beneficios del modelo circular. Paralelismo con el modelo lineal. *Territorios Productivos*, (1). <https://territoriosproductivos.unvm.edu.ar/ojs/index.php/territoriosproductivos/article/view/615>

- Gamboa, C., Schuster, M., Schrevels, E., y Maertens, M. (2020). Price volatility and quinoa consumption among smallholder producers in the Andes. *Scientia Agropecuaria*, 11(1): 113-125. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.01.13>
- Gereffi, G. (2019). Global value chains and international development policy: Bringing firms, networks and policy-engaged scholarship back in. *Journal of International Business Policy*, 2: 195-210. <https://doi.org/10.1057/s42214-019-00028-7>
- Gregg, J.S., Jürgens, J., Happel, M.K., Strøm-Andersen, N., Tanner, A.N., Bolwig, S. y Klitkou, A. (2020). Valorization of bio-residuals in the food and forestry sectors in support of a circular bioeconomy: A review. *Journal of Cleaner Production*, 267: 122093. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122093>
- Gregson, N. y Crang, M. (2015). From waste to resource: The trade in wastes and global recycling economies. *Annual Review of Environment and Resources*, 40: 151-176. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102014-021105>
- Hofstetter, J.; De Marchi, V.; Sarkis, J.; Govindan, K.; Klassen, R.; Ometto, A. y Vazquez-Brust, D. (2021). From sustainable global value chains to circular economy—different silos, different perspectives, but many opportunities to build bridges. *Circular Economy and Sustainability*, 1(1): 21-47. <https://doi.org/10.1007/s43615-021-00015-2>
- Iglesias, A., Quiroga, S., Diz, A. y Garrote, L. (2011). Adapting agriculture to climate change. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 11(2): 109-122. <https://doi.org/10.7201/earn.2011.02.05>
- IICA (2021). *Potencial de la bioeconomía para la transformación de los sistemas alimentarios*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José de Costa Rica.
- IJEC (02/04/2024). About jojoba. International Jojoba Exports Council, Arizona. <https://ijec.net/about-jojoba/>
- INDEC (1994). El cultivo de la jojoba. Provincia de La Rioja. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- INDEC (2021). Censo Nacional Agropecuario 2018. Resultados generales (1a ed. digital). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- INTA (2013). Quinoa. *Ciencia y Tecnología de los Cultivos Industriales*, 3(5): 1-107. <https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/7314/INTA-Revista-Ciencia-y-Tecnologia-de-los-Cultivos-Industriales-Ano-3-No-5-Quinoa.pdf?sequence=5>
- Kee, P.E., Cheng, Y.S., Chang, J.S., Yim, H.S., Tan, J.C. Y., Lam, S.S., ... y Khoo, K.S. (2023). Insect biorefinery: A circular economy concept for biowaste conversion to value-added products. *Environmental Research*, 221: 115284. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.115284>
- Korhonen, J., Honkasalo, A. y Seppälä, J. (2018). Circular economy: the concept and its limitations. *Ecological Economics*, 143: 37-46. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>

- Kumar Sarangi, P., Subudhi, S., Bhatia, L., Saha, K., Mudgil, D., Prasad Shadangi, K. y Arya, R.K. (2023). Utilization of agricultural waste biomass and recycling toward circular bioeconomy. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(4): 8526-8539. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-20669-1>
- Mariamez Jordanes, E. y Oliveri, A. (2021). Estrategias comerciales de mataderos-frigoríficos de carnes alternativas en La Pampa. *Negocios Agroalimentarios*, 6(1): 13-16. <https://repo.unlpam.edu.ar/handle/unlpam/8336>
- Matiacevich, S., Soto Madrid, D., y Gutiérrez Cutiño, M. (2023). Economía circular: obtención y encapsulación de compuestos polifenólicos provenientes de residuos agroindustriales. *RIVAR (Santiago)*, 10(28): 77-100. <https://doi.org/10.35588/rivar.v10i28.5343>
- Maxwell, J. (2013). *Qualitative Research Design: An Interactive Approach* (3° ed.). London: Sage
- MINCITI (2022). Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2030. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Nación Argentina, Buenos Aires.
- Ministerio de la Producción La Pampa (2022). Faena y exportaciones de carne bovina. Documento interno de trabajo. Ministerio de la Producción La Pampa, La Pampa.
- Mishra, B., Mohanta, Y.K., Reddy, C.N., Reddy, S.D.M., Mandal, S.K., Yadavalli, R. y Sarma, H. (2023). Valorization of agro-industrial biowaste to biomaterials: An innovative circular bioeconomy approach. *Circular Economy*, 100050. <https://doi.org/10.1016/j.cec.2023.100050>
- Moyano Estrada, E. (2014). Family farming. A note on a needed debate. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 14(1): 133-140. <https://doi.org/10.7201/earn.2014.01.07>
- ONU (2015). Acuerdo de París. Organización de Naciones Unidas. https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf
- Perez, S.A. (2019). Estructura y funciones del complejo de productos forestales en la provincia de La Pampa. *Negocios Agroalimentarios*, 4(1): 16-20. <https://repo.unlpam.edu.ar/handle/unlpam/8297>
- Perez, S.A., Ferro Moreno, S., Mariano, R.C. y González, R.L. (2021). Factores que condicionan y potencian el desempeño competitivo de la agroindustria cárnica bovina en La Pampa, Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas*, 27(2): 73-94. <https://doi.org/10.30972/rfce.2725659>
- Rodríguez, A., Rodrigues, M., y Sotomayor, O. (2019). Hacia una bioeconomía sostenible en América Latina y el Caribe: elementos para una visión regional. *Serie Recursos Naturales y Desarrollo*, N° 191. Santiago de Chile: CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/44640>
- Rovati, A; Escobar, E y Prado, C. (2012). Particularidades de la semilla de chíá (*Salvia hispanica* L.). *Avance Agroindustrial*, 33(3): 39-43. <https://www.eaac.gob.ar/wp-content/uploads/2018/11/33-3-7.pdf>
- Salvador, R., Barros, M.V., Pieroni, M., Silva, D.A.L., Freire, F. y Antonio, C. (2023). Overarching Business Models for a Circular Bioeconomy: Systematising

Amato, González, González, Perez, Peretti, Buraschi , Ferro Moreno

- archetypes. *Sustainable Production and Consumption*, 43: 349-362.
<https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.11.010>
- Scalise, J. (2014). *Caracterización y diagnóstico de la cadena de valor de la quinua en Argentina*. Ministerio de Agroindustria de la Nación Argentina, Buenos Aires.
- Scalise, J. (Coord.) (2015). *Caracterización y diagnóstico de la cadena de valor de la chíá en la Argentina*. Ministerio de Agroindustria y Unidad para el Cambio Rural, Buenos Aires.
- Secretaría de energía (2016 [2023]). Datos de energías renovables – plantas de biocombustibles. Secretaría de Energía, Buenos Aires.
<http://datos.minem.gob.ar/dataset/energias-renovables-plantas-biocombustibles>
- Stake, R.E. (2005). Qualitative Case Studies. En Denzin, N.K. y Lincoln, Y.S. (Eds.): *The Sage handbook of qualitative research* (3rd ed). Sage Publications Ltd, Thousand Oaks: 443–466.
- Stegmann, P.; Londo, M. y Junginger, M. (2020). The circular bioeconomy: Its elements and role in European bioeconomy clusters. *Resources, Conservation & Recycling*, X(6): 100029.
<https://doi.org/10.1016/j.rcrx.2019.100029>
- Sturgeon, T. (2011 [2009]). De cadenas de mercancías (commodities) a cadenas de valor: construcciones teóricas en una época de globalización. *Eutopía*, (2): 11-38.
<https://doi.org/10.17141/eutopia.2.2010.1027>
- Tittor, A. (2021). The key role of the agribusiness and biotechnology sectors in constructing the economic imaginary of the bioeconomy in Argentina. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 23(2): 213-226.
<https://doi.org/10.1080/1523908X.2021.1893162>
- Tradelink (2021). Chia Seed Global Market Update. Tradelink.
<https://tradelinkinternational.com/chia-seed-global-market-update-2021-2021/>
- USDA (2022). Biofuels Annual Report: Argentina. United States Department of Agriculture, Washington.
<https://www.fas.usda.gov/data/argentina-biofuels-annual-7>
- Yin, R. (1989). *Case Study Research: Design and Methods, Applied social research Methods Series*. Sage, Newbury Park CA.