

BIOECONOMÍA: ANÁLISIS SOBRE LOS MARCOS DE TRANSICIÓN SOSTENIBLES

Santiago Agustín Perez¹

s.perez@conicet.gov.ar Licenciado en Administración de Negocios Agropecuarios. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina – Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa.

RESUMO: Los recursos naturales han sido y continúan siendo fuentes de crecimiento para la región de América Latina. A largo plazo, diversos autores plantean a la bioeconomía como un modelo estratégico clave para lograr el desarrollo sustentable de los territorios. Este sistema económico se centra en el uso sustentable de los recursos biológicos y renovables para garantizar la sostenibilidad. En este marco, se realiza una revisión de la investigación sobre la bioeconomía como modelo de desarrollo y antecedentes que articulen con los marcos de innovación posibles. A partir de esto se buscó identificar los factores contextuales que median y moderan esta relación y los desafíos futuros. Se examina la metodología de los estudios, los términos de innovación en sostenibilidad, los marcos de transición planteados y las variables fundamentales que inciden sobre el desarrollo de la bioeconomía. Los resultados revelan que la investigación se centra en países europeos. El marco de mayor utilización es la perspectiva multinivel. Las principales variables que enfatizan en la transición hacia la bioeconomía son los cambios tecnológico e institucional, políticas públicas y sectoriales con la integración de una amplia gama de redes de actores. Se plantea una necesidad de un análisis en profundidad de los desafíos y oportunidades que enfrenta la bioeconomía en América Latina, con una ampliación de perspectiva en los marcos de transición.

Palavras-chave: Sostenibilidad, Transición, Innovación.

BIOECONOMY: SUSTAINABLE TRANSITION FRAMEWORKS

ABSTRACT: Natural resources have been and continue to be sources of growth for the Latin American region. In the long term, several authors propose the bioeconomy as a key strategic model to achieve the sustainable development of the territories. This economic system focuses on the sustainable use of biological and renewable resources to ensure sustainability. In this framework, a review of the research on the bioeconomy as a development model and background that articulates with the possible innovation frameworks is carried out. From this, we sought to identify the contextual factors that mediate and moderate this relationship and future challenges. The methodology of the studies, the terms of innovation in sustainability, the proposed transition frameworks and the fundamental variables that affect the development of the bioeconomy are examined. The results reveal that the research focuses on European countries. The most

widely used framework is the multilevel perspective. The main variables that emphasize the transition to the bioeconomy are technological and institutional changes, public and sectoral policies with the integration of a wide range of actor networks. There is a need for an in-depth analysis of the challenges and opportunities facing the bioeconomy in Latin America, with a broadening of perspective in the transition frameworks.

Keywords: Sustainability, Transition, Innovation.

1. INTRODUCCIÓN

El mundo enfrenta una serie de desafíos ambientales, económicos y sociales que deben ser atendidos si se quiere asegurar un futuro sostenible. El planteamiento de la bioeconomía como modelo de desarrollo se ha identificado como un pilar fundamental en la lucha contra el cambio climático y el desarrollo sostenible. Al mismo tiempo que se aborda la creciente demanda de alimentos, energía, materiales, productos, entre otras cuestiones (Gottinger et al., 2020).

Se consta de cierto consenso sobre las contribuciones socioeconómicas que la bioeconomía podría realizar basadas en los recursos naturales; que rompa con la dependencia de los combustibles fósiles y las implicancias de esta nueva configuración (Ponce y Carrillo, 2020). Esto plantea un uso innovador y sostenible de los recursos biológicos en diferentes sectores de la economía, y brinda oportunidades para lograr varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) diseñados para mejorar los aspectos sociales, económicos y ambientales a nivel global (Loray, 2015; Dietz et al., 2020).

La definición de bioeconomía vincula dos ideas principales: el uso de recursos renovables y el uso de la biotecnología en los procesos de producción (Loray, 2015). Hacer realidad la bioeconomía requiere múltiples tecnologías de conversión, la creación de conocimiento, la investigación y desarrollo y la innovación como sus principales piedras angulares (Van Lancker et al., 2016).

Van Lancker et al. (2016) postula que más del 90% de los productos de base fósiles podrían ser reemplazados por alternativas de base biológica, y las proyecciones muestran que para 2030 un tercio de los productos químicos y materiales; y el 50% del mercado farmacéutico serán de base biológica. La Argentina cuenta con una dotación de recursos naturales que podría dar lugar a una importante ventaja comparativa en la consolidación del fenómeno bioeconómico (Loray, 2015; Bisang y Trigo, 2017).

El concepto de bioeconomía se inserta en la transición hacia una economía post-industrial más sustentable, donde se requiere un cambio importante en los patrones de producción, utilizando energías limpias alternativas e insumos renovables en los procesos de producción. Sin embargo, también son requisitos previos adaptar los patrones de los consumidores y cambiar las percepciones de las partes interesadas sobre la necesidad de proteger el medio ambiente (Loray, 2015). La transición de nuestra economía basada en los fósiles a la bioeconomía requerirá innovaciones radicales y disruptivas, basadas en una base de conocimientos compleja (Van Lancker et al., 2016).

El creciente interés en la bioeconomía como solución para un desarrollo global sostenible se refleja en la elaboración e implementación de varias estrategias y políticas nacionales e internacionales (Bisang y Trigo, 2017). Se caracteriza por integrar tecnologías tradicionales y avanzadas en aplicaciones a los campos económicos basados en la biología.

En consonancia con estos argumentos, este trabajo tiene un doble objetivo. En primer lugar, analizar los vínculos entre la bioeconomía y las transiciones sostenibles a partir de los estudios de innovación. En segundo lugar, proporcionar un marco de referencia con los principales factores que restringen/potencian las transiciones hacia la bioeconomía.

El trabajo está estructurado de la siguiente manera. Un primer apartado proporciona una revisión bibliográfica sobre los fundamentos de la bioeconomía como modelo de desarrollo y sobre los marcos de transiciones sostenibles. Luego se analizan los antecedentes que articulen la bioeconomía con dichos marcos y los factores que inciden en dicho desarrollo. Finalmente, se resumen los resultados del estudio y se presentan perspectivas para futuras investigaciones.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Bioeconomía

Los impactos del cambio climático, las tasas sin precedentes de pérdida de biodiversidad, aumento de residuos, el crecimiento de la población mundial, la escasez de recursos fósiles y una necesidad cada vez

mayor de brindar seguridad alimentaria, energía y materiales; son enormes desafíos globales (Biber-Freundenberger et al., 2020; Bröring et al., 2020). Como respuesta a estos retos e impulsada por el rápido progreso tecnológico, el mundo ha centrado la atención en la transformación bioeconómica (Anlló y Fuchs, 2014; Hernández y Céspedes, 2020).

La bioeconomía no tiene un concepto único globalmente aceptado (Tabla 1). La definición de la bioeconomía moderna (a partir de la utilización la biomasa de una manera integrada y sostenible) plantea el mayor agregado de valor de las materias primas derivado de los recursos naturales renovables, llegando a productos de segunda y tercera transformación como los biocombustibles, bioplásticos, productos químicos, entre otros tantos (Trigo y Bisang, 2017; Dietz et al., 2020). Los aspectos comunes a las diversas definiciones de la bioeconomía son su relación con el conocimiento y la ciencia, la tecnología y la innovación, con la aplicación de biotecnologías y la reducción de la dependencia con respecto a los combustibles fósiles, así como el valor agregado de los productos, y los conceptos de sostenibilidad y ecoeficiencia (Hodson de Jaramillo, 2018).

Tabla 1: Conceptos de bioeconomía.

Concepto	Referencia
La bioeconomía es un proceso de transformación social dinámico y complejo, que exige una perspectiva de política a largo plazo; los países pueden definir sus bioeconomía en función de sus realidades y capacidades nacionales, así como sus elementos programáticos.	Rodríguez et al., (2019)
La bioeconomía tiene el propósito de recordarnos continuamente el origen biológico del proceso económico y así destacar el problema de la existencia de la humanidad con una limitada cantidad de recursos accesibles, desigualmente ubicados y desigualmente apropiados.	Georgescu-Roegen (1975)
La bioeconomía basada en el conocimiento (KBBE) puede definirse como la transformación del conocimiento de las ciencias de la vida en productos nuevos, sostenibles, ecoeficientes y competitivos.	Unión Europea (2005) New perspectives in the knowledge-based bio-economy (2007) En Route to the Knowledge-Based Bio-Economy
La bioeconomía se refiere al conjunto de actividades económicas relacionadas con la invención, desarrollo, producción y uso de productos y procesos biológicos.	En OECD (2009) - The Bioeconomy to 2030: designing a policy agenda
La bioeconomía incluye producción de recursos biológicos renovables y la conversión de estos recursos y flujos de desechos en productos de valor agregado como alimentos, piensos, productos de base biológica y bioenergía.	Unión Europea, (2012) - Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe
La bioeconomía definida como la producción basada en el conocimiento y la utilización de recursos, principios y procesos biológicos, para proveer productos y servicios a todos los sectores del comercio y la industria dentro del contexto de un sistema económico adecuado para el futuro.	Consejo Alemán para la bioeconomía (2017)
La bioeconomía es la producción, utilización y conservación de los recursos biológicos, incluidos los conocimientos relacionados, la ciencia, la tecnología y la innovación, para proporcionarle información, productos, procesos y servicios a todos los sectores económicos, con el objetivo de avanzar hacia una economía sostenible.	Global Bioeconomy Summit, FAO (2018)
La bioeconomía propone un modelo económico en el cual la producción de bienes y servicios se basa en el uso eficiente y sostenible de los recursos biológicos (genes, biomasa de bacterias, plantas y animales) y de los recursos naturales (como suelo y agua), así como el aprovechamiento de los desechos que se generan en su transformación, reduciendo el uso de energía fósil y contribuyendo al objetivo global de	Hodson De Jaramillo, Henry y Trigo (2019)

descarbonizar la economía.	
----------------------------	--

Fuente: Hernández y Céspedes (2020).

El enfoque sobre la bioeconomía ha cambiado de la sustitución de recursos a un enfoque más claro en la innovación y el nuevo conocimiento (Kuchertz, 2020). Ponce y Carrillo (2020), indican que la bioeconomía es una nueva visión de la economía que, basada en el conocimiento científico y en el uso sustentable de los recursos biológicos, propone transformar, mediante la biotecnología, los sistemas productivos para reducir el consumo de recursos no renovables y poco sustentables (como el petróleo y el carbón). Se apoya en tres principios: conocimiento biotecnológico, biomasa renovable e integración entre aplicaciones. Busca sustituir fuentes de energía intensivas en CO₂, y aprovechar la biomasa para el diseño y producción de nuevas líneas de productos y servicios de consumo final (Loray, 2015). Además, es importante indicar que la bioeconomía no se limita a un producto final en particular, sino al desarrollo de una matriz diversificada (Bröring et al., 2020; Gottinger et al., 2020).

Se convergen y se relacionan a distintos niveles la biotecnología, los sistemas de innovación, las políticas públicas, mercados, empresas y varios actores sociales, dando lugar a nuevos equilibrios socio-económicos (Loray, 2015). Además se busca satisfacer los requisitos para la sostenibilidad desde las perspectivas ambiental, social y económica (Ponce y Carrillo, 2020).

Existen rasgos distintivos de la bioeconomía: uso eficaz e integral de la biomasa; aplicación de la ciencia y tecnología; sustentabilidad social y ambiental; incremento de la eficiencia productiva; énfasis en redes de valor; procesos en cascada y reciclaje de materiales; creación de valor agregado a nivel local; diversificación y regionalización; sustitución de los petro-derivados (Van Lancker et al., 2016).

Los beneficios potenciales de la transición hacia una bioeconomía incluyen la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles, una gestión de recursos más sensata y la mejoría de la seguridad alimentaria (Hodson de Jaramillo, 2018).

[El-Chichakli](#) et al. (2016) plantea 5 pilares para el desarrollo de la bioeconomía: 1) colaboraciones internacionales entre gobiernos e investigadores públicos y privados son esenciales para optimizar el uso de recursos y compartir conocimientos; 2) formas de medir el desarrollo de la bioeconomía y sus contribuciones a los ODS; 3) vincularse más estrechamente con los procesos de políticas multilaterales y las discusiones intergubernamentales; 4) educadores deben colaborar internacionalmente para definir los conocimientos, las habilidades y las competencias necesarias para desarrollar una bioeconomía; y 5) programas de apoyo a la investigación y el desarrollo para fomentar las colaboraciones globales en unos pocos proyectos innovadores.

A partir de Gottinger et al. (2020) se plantean cuatro tipos de innovación, específicos de la bioeconomía: 1) productos sustitutos: que se refiere al reemplazo de base biológica de productos de origen fósil y que pueden incorporarse a las cadenas de valor existentes; 2) nuevos procesos: se refiere a innovaciones que mejoran el desempeño de un proceso o crean nuevas redes en la cadena de valor y oportunidades de procesamiento; 3) nuevos productos: que se asocia con productos biológicos completamente nuevos con nuevas funciones; 4) nuevo comportamiento: describe las innovaciones que están vinculadas a una nueva forma de hacer las cosas, como cambios en el lado del cliente, nuevos modelos de negocio que se incrementan circularmente o aplican conceptos en cascada, o nuevas colaboraciones de partes interesadas. Los críticos del enfoque de la bioeconomía, argumentan que una dependencia cada vez mayor de la biomasa, por ejemplo, para sustituir los recursos de combustibles fósiles, generaría presiones sobre los recursos naturales y al mismo tiempo acelerar la pérdida de biodiversidad y la degradación de la tierra en los países proveedores de biomasa (Dietz et al., 2018).

2.2 Transiciones sostenibles

En el contexto del desarrollo sostenible, las transiciones implica un amplio conjunto de cambios estructurales de gran alcance en los sistemas y transformaciones en diferentes dimensiones: tecnológica, material, organizacional, institucional, política, económica y sociocultural. (Geels y Schot, 2010; Zolfagharian, et al., 2019; Gottinger et al., 2020). Las transiciones involucran a una amplia gama de actores y generalmente se desarrollan durante períodos de tiempo considerables (Geels y Schot, 2010). Al momento de analizar estas transiciones existen distintos marcos y perspectivas. Estos marcos teóricos con frecuencia se originan en el campo de investigación de los estudios de innovación (Zolfagharian, et al., 2019).

Sectores como el suministro de energía, el suministro de agua o el transporte pueden conceptualizarse como sistemas socio-técnicos. Dichos sistemas constan de actores e instituciones, así como maquinaria tecnológica y conocimientos; que interactúan y juntos brindan servicios específicos para la sociedad (Markard et al., 2012; Zolfagharian, et al., 2019).

Las transiciones socio-técnicas difieren de las transiciones tecnológicas, ya que incluyen cambios en las prácticas de los usuarios y estructuras institucionales (por ejemplo, regulatorias y culturales), además de la dimensión tecnológica. Además, las transiciones socio-técnicas suelen abarcar una serie de innovaciones tecnológicas y no técnicas complementaria (Markard et al., 2012). [Geels y Schot \(2007\)](#) sugirieron inicialmente los siguientes tipos de vías de transición: transformación; desalineamiento y realineamiento; y sustitución tecnológica y reconfiguración.

Las transiciones de sostenibilidad son procesos de transformación fundamentales, multidimensionales y de largo plazo, a través de los cuales los sistemas socio-técnicos establecidos cambian hacia modos de producción y consumo más sostenibles. La transición social hacia economías basadas en principios sostenibles es inevitable (Kuckerts et al., 2020).

Markard et al. (2012), Köhler et al. (2019), Gottinger et al. (2020) y Susur e Hidalgo (2020) plantean que los enfoques más destacados y mayor prominencia en los estudios de transición sostenible son: 1) perspectiva multinivel (MLP); 2) los sistemas de innovación tecnológica (TIS); 3) la gestión estratégica de nichos (SNM); y 4) la gestión de la transición (TM). Estos enfoques tienen puntos de partida similares basados en la teoría de la economía evolutiva y otros enfoques constructivistas de carácter social del desarrollo tecnológico (Susur e Hidalgo, 2020). En la tabla 2 se presenta un breve resumen de las principales ideas de cada uno de los enfoques.

Tabla n° 2: Enfoques de transición sostenible.

Enfoque	Principales ideas	Principales autores
Perspectiva multinivel (MLP)	Permite comprender las transformaciones en sistemas complejos como una sucesión de cambios radicales locales a pequeña escala, así como las condiciones en las que estos cambios pueden dar lugar a transformaciones más profundas en otros niveles que generen una transición a nivel de sistema. Propone tres niveles analíticos para comprender las transiciones socio-técnicas: 1) Paisaje socio-técnico, que se relaciona con elementos materiales e inmateriales a nivel macro, es decir, infraestructura material, cultura política y coaliciones, valores sociales, visiones del mundo y paradigmas, macroeconomía, demografía y entorno natural; 2) Régimen socio-técnico, que conceptualiza la estructura que mantiene la estabilidad de los sistemas socio-técnicos existentes como una constelación semi-coherente de artefactos tecnológicos, infraestructuras, regulaciones y prácticas de usuario a nivel meso, y está sujeta a transición; 3) Nichos socio-técnicos, que son el lugar de las innovaciones a nivel micro que actúan como salas de incubación de novedades radicales y proporcionan ubicaciones para los procesos de aprendizaje. Los factores del paisaje pueden ejercer presión sobre los regímenes existentes y abrir ventanas de oportunidades para que los nichos se abran paso y contribuyan a cambios fundamentales, o cambios, en los regímenes socio-técnicos. Dependiendo del momento y de las interacciones cualitativamente diferentes de nicho-régimen-paisaje, Geels y Schot (2007) han elaborado cómo las transiciones pueden evolucionar siguiendo diferentes tipos de vías de transición.	Rip y Kemp, 1998 ; Geels, 2002; Geels y Schot, 2007; Smith et al., 2010
Gestión estratégica de nichos (SNM)	Analiza los proyectos locales como experimentos (de nicho) que proporcionan información teórica y práctica sobre cómo construir y apoyar espacios protegidos para las innovaciones. Los nichos se han conceptualizado como espacios protegidos, es decir, mercados específicos o dominios de aplicación, en los que se pueden desarrollar innovaciones radicales sin estar sujetos a la presión de selección del régimen imperante. Los principales objetivos de la	Weber et al., 1999; Smith, 2007; Schot y Geels, 2008; Raven y Geels, 2010.

	gestión estratégica de nichos se basan en la gestión ex-ante de innovaciones orientadas a la sostenibilidad.	
Gestión de la transición (TM)	Combina el trabajo sobre las transiciones tecnológicas con conocimientos de la teoría de sistemas complejos y enfoques de gobernanza. Los estudiosos de la gestión de la transición han propuesto y aplicado un modelo instrumental orientado a la práctica para influir en las transiciones en curso hacia direcciones más sostenibles y hacia las políticas. La gestión de la transición se ha hecho operativa como una combinación de estructuración y visualización de problemas en escenarios de múltiples partes interesadas, desarrollo de nuevas coaliciones, implementación de agendas en experimentos y evaluación y seguimiento del proceso.	Rotmans et al., 2001; Kern y Smith, 2008; Loorbach, 2010.
Sistemas de innovación tecnológica (TIS)	Se centra en comprender y explicar el complejo sistema de innovaciones emergentes en torno a una tecnología en particular mediante el análisis de las estructuras del sistema (actores, redes e instituciones), sus funciones (experimentación empresarial), el desarrollo y la difusión del conocimiento. Además se enfoca en la orientación de la identificación de oportunidades, el análisis del mercado, la movilización de recursos, la creación de legitimidad y el desarrollo de economías externas. Se preocupa por la aparición de tecnologías novedosas y los cambios institucionales y organizativos que deben ir de la mano del desarrollo tecnológico.	Jacobsson y Johnson, 2000; Hekkert et al., 2007; Bergék et al., 2008; Markard et al., 2015 .

Fuente: Elaboración propia.

3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El método de investigación es de tipo cualitativa (Hernández Sampieri et al., 2005). Para comprender la contribución de los marcos de transición sostenible hacia la bioeconomía, conceptualizamos una revisión de la literatura estructurada existente al momento. Para esto se realizó una revisión de las publicaciones en las bases de datos Science Direct, Google Scholar, Scopus y Dialnet. Estas bases cubren una gama bastante amplia de revistas de ciencias sociales, y de particular importancia para los estudios de transición de la sostenibilidad.

En este marco se seleccionaron los artículos que cumplieran los siguientes criterios, en búsqueda de responder la pregunta de investigación:

- Transición socio-técnica
- Bioeconomía
- Innovación
- Nicho

La selección de estos artículos se basó en la revisión del título, palabra clave y el resumen. La búsqueda se centró en estudios académicos publicados en inglés en revistas revisadas por pares. Los diferentes términos de búsqueda conducen a una muestra de artículos que podrían caracterizarse por centrarse explícitamente en la bioeconomía y reflejar los puntos de vista de la literatura bioeconómica sobre cuestiones de transición. Con base en los criterios definidos, se seleccionaron un total de 40 publicaciones para este estudio con fecha de referencia del 2017 al 2021. Tras una inspección del texto completo de los 40 estudios, se excluyeron los artículos que no proporcionaban ninguna información sobre los marcos de la transición sostenible, pero que se habían incluido en la muestra inicial porque sus secciones de referencia incluían palabras relacionadas con la transición. Los artículos seleccionados finales fueron 18.

A partir de esas publicaciones seleccionadas se realizó un análisis específico sobre los marcos de transición analizados y su relación con la transición hacia la bioeconomía. Además se consideraron los factores que potencian/impiden el desarrollo de la misma planteado en cada estudio. Por último se construye una tabla comparativa de cada estudio con la fecha, objetivo, marco de transición planteado y factores influyentes/desafíos para el desarrollo de la bioeconomía.

4. DESARROLLO DE CONTENIDO Y RESULTADOS

4.1 Innovación en la bioeconomía

Las innovaciones juegan un papel importante en un modelo de transformación sostenible hacia la bioeconomía (Parkus et al., 2018; Bröring et al., 2020). La investigación, la tecnología y las políticas

constituyen dimensiones clave de las acciones relacionadas para la innovación en la bioeconomía (Koukios y Sacio-Szymanska, 2018). Los avances, están trazando en un sendero hacia la incorporación de mayor conocimiento al sistema productivo en la búsqueda de obtener soluciones más productivas, eficientes y amigables con el medio ambiente; abriendo la puerta a pensar en un nuevo paradigma tecnoproductivo (Anlló y Fuchs, 2014).

La incorporación intensiva de ciencia y tecnología en segmentos de las cadenas de producción asociadas a los recursos naturales de un territorio particular, permite un uso eficiente de los mismos (Perez, 2010). Las innovaciones sistémicas que desencadena la bioeconomía pueden conducir no solo a cambios tecnológicos, sino también organizativos e institucionales dentro de las rutinas establecidas en los sistemas de producción industrial (Susur e Hidalgo, 2020). Koukios y Sacio-Szymanska (2018) denominan “bio-tsunami” a la nueva ola, construida por elementos convergentes, tecnologías y clúster biológicos, biotecnología, bioingeniería, nueva agricultura, nuevos alimentos, salud, calidad de vida, cosmética, bioenergía, medio ambiente, agua, sostenibilidad, educación, gestión del conocimiento, diseño de aplicaciones inteligentes, entre otros.

Mediante la moderna biotecnología, muchas de las dificultades para incrementar la oferta se podrían resolver de una manera sustentable (Loray, 2015). Purkus et al. (2017) plantean que un sistema de innovación bien desarrollado para la bioeconomía debe permitir que las tecnologías inmaduras basadas en recursos renovables progresen en la curva de aprendizaje, para finalmente alcanzar la competitividad con respeto a sus sustitutos. Además, los esfuerzos de innovación deben orientarse con características ambientales favorables y socialmente aceptables.

4.2 Transición hacia modelo de bioeconomía.

Para responder a estos desafíos sociales, económicos y ecológicos interconectados, se necesitan cambios fundamentales en una amplia gama de sistemas socio-técnicos para el suministro de energía, movilidad, alimentación, vivienda, comunicación, agua, salud, educación, finanzas, etc. Estos sistemas engloban la producción, la distribución y el consumo (Schot y Kanger, 2018). La transición hacia una bioeconomía se caracteriza por un alto grado de incertidumbre y complejidad (Purkus et al., 2017).

La bioeconomía tiene el potencial de proporcionar soluciones para algunos de los desafíos de sostenibilidad más urgentes, incluida la lucha contra el hambre (ODS 2), el suministro de energía limpia y asequible (ODS 7) y la lucha contra el cambio climático (ODS 13) (Biber-Freudenberger, 2020). La cuestión de cómo promover y gobernar una transición hacia la sostenibilidad, es decir, una transformación fundamental hacia modos de producción y consumo más sostenibles, ha recibido una atención creciente tanto en el ámbito de las políticas como en la investigación de las ciencias sociales.

En este marco, Koukios y Sacio-Szymanska (2018) plantean que la hoja de ruta exitosa para implementar la bioeconomía sostenible dependerá de nuevas prácticas agrícolas, nuevas tecnologías industriales, nuevos modelos de negocios, nuevas prácticas sociales (como la economía colaborativa) y nuevos perfiles de habilidades. Su análisis prospectivo se basa en el marco de Radical Technology Inquirer (RTI), siendo una herramienta para anticipar y evaluar los impactos sociales de las nuevas tecnologías. Se complementa con el marco MLP, ya que se busca el mapeo de toda la gama de fuerzas para el cambio sociotécnico..

La transición puede diseñarse sobre la base de una comprensión sistemática de los impulsores y barreras (Gottinger et al., 2020). La bioeconomía implica la transformación de múltiples sectores y el desarrollo de nuevas cadenas de valor. Para Gottinger et al. (2020), las principales barreras en la transición, a partir de análisis de distintos trabajos por los autores, son las políticas y regulaciones, tecnología y materiales, mercado y condiciones de inversión, aceptación social, conocimiento y redes, y estructuras y rutinas sectoriales. En sus marcos, los estudios de TIS identifican barreras relacionadas con las políticas y las redes, mientras que los estudios de MLP revelan problemas relacionados con las rutinas sectoriales y los efectos de bloqueo.

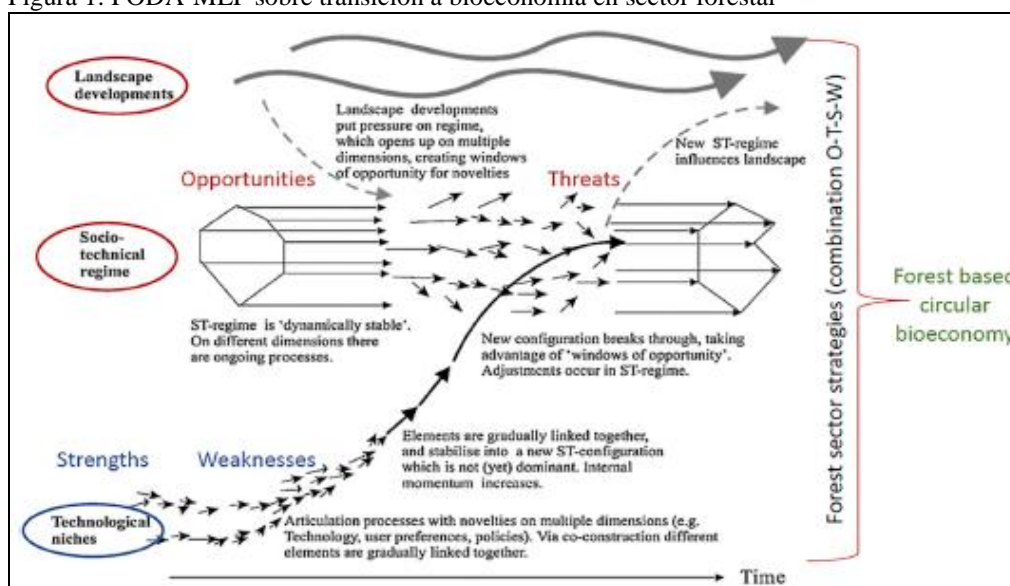
Bröring et al. (2020) plantea que los tipos de innovaciones en la bioeconomía y los desafíos que se generarían a la hora de una transición de modelo. Para ellos la competitividad; la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental; la eficiencia de los recursos y la producción se encuentran entre los temas claves para una transición sostenible de la bioeconomía. A su vez, Elmustapha et al. (2018) analizaron el desarrollo y la difusión de tecnologías de energía solar y térmica en el Medio Oriente, mediante el análisis del uso de un marco de gestión estratégica de nichos (SNM). Tiene la particularidad que los resultados se basan a partir de un estudio comparativo de dos nichos, donde el nicho solar térmico afectó en gran medida al desarrollo del nicho solar fotovoltaico. Purkus et al. (2017) analizan el papel clave que desempeñan las políticas en el fortalecimiento de los sistemas de innovación orientados a la transición,

analizando el sector maderero de Alemania. Principalmente influye el sector público en actividades emprendedoras, desarrollo de conocimiento, difusión del conocimiento a través de redes, orientación de los procesos de búsqueda de innovación, creación de mercados, movilización de recursos y creación de legitimidad en las innovaciones. Se plantea que las causas de las debilidades sistémicas pueden estar relacionadas con las características de los elementos estructurales internos de un TIS, pero también pueden ser exógenas al mismo.

A su vez, Koistin et al. (2019) analiza cómo se da la transición sostenible, mediante marco de SNM, para el caso del biocombustible de aviación. Exploran las complicaciones en torno a la articulación entre los stakeholders y su difusión; dando respuesta a la interacción de la incertidumbre normativa sobre un nuevo nicho en la sociedad en general y la respuesta corporativa. Kuchertz et al. (2020) analizaron el papel que juega el emprendimiento en la transición hacia una bioeconomía innovadora, mediante una revisión de publicaciones sobre el tema. Esta revisión sugiere que la interacción de la actividad empresarial individual (micro), los ecosistemas empresariales (meso) y la intervención gubernamental (macro) impulsarán esta transición.

En este marco, Pelli et al. (2018) plantean que las actividades de servicio como fundamentales en la transición hacia la bioeconomía y que las mismas co-evolucionan a la par del sistema. Para esto, las analizan mediante el marco analítico de servicios en la disciplina de marketing y el marco MLP de transiciones sostenibles; aplicado a casos específicos de propuesta de valor bioeconómica en Finlandia. Falcone et al. (2019) tiene como objetivo capturar, a través de una perspectiva multinivel, los posibles impulsores y barreras del sector forestal en Italia, con el fin de obtener una comprensión profunda de las condiciones que influyen en la transición del sector hacia una bioeconomía circular. Este análisis lo plantea combinando el marco MLP y el FODA (figura 1). En este marco las estrategias de transición más efectivas son las herramientas de planificación ambiental y forestal mediante la definición de métodos viables de gestión circular; promover la inversión en infraestructura forestal; apoyar programas de emprendimiento para profesionales forestales; y mejora de las cadenas de valor innovadoras basadas en los bosques.

Figura 1: FODA-MLP sobre transición a bioeconomía en sector forestal



Fuente: Falcone et al. (2019).

Otro de los antecedentes, Cazalgrandi Torres et al. (2017) analizan el proceso de transición de industria química en uso de recursos fósiles, hacia las materias primas renovables en Brasil. Plantea cómo la contribución del marco MLP se puede utilizar para orientar políticas e iniciativas nacionales hacia el desafío de estructurar un nuevo sistema socio-técnicos sustentable. En concordancia, Hokestra et al. (2017) plantea que los sistemas climáticos y energéticos contienen puntos de inflexión, ciclos de retroalimentación y desarrollos exponenciales; donde los innovadores en nichos compiten con los

régimenes establecidos y estos pueden conducir a configuraciones de sistemas socio-técnicos. En este marco los autores plantean el modelado de la transición con los marcos TM, SMN y MLP.

En este marco, Forbord y Hansen (2020) analizaron la transición sostenible, mediante el marco MLP, hacia el uso del biogás en Noruega. Se enfocan en el nivel régimen, analizando la interacción entre actores, tecnologías e instituciones. Los principales factores influyentes para los autores fueron el liderazgo de actores a la hora de interpretar los cambios y coordinación de recursos; necesidad de desarrollos innovativos; y el apoyo estatal a la hora de generar demanda y compensar costos adicionales. En cambio, Van Lancker et al. (2017) se enfocan en el análisis de la transición a nivel empresa, mediante el marco TM, analizando la gestión de la innovación en relación con el desarrollo de nuevos conceptos. A partir de esto los autores plantean un modelo sobre innovación en la bioeconomía analizando, el proceso de innovación, gestión de la cadena, articulación con stakeholders y factores contextuales de la bioeconomía. Sanz-Hernandez et al. (2019) analizan el marco teórico sobre transiciones bioeconómicas y realizan un estudio de caso de prácticas socioinstitucionales innovadoras e inclusivas en el contexto de una región española, Aragón. Concluye que la innovación y la inclusión son conceptos y prácticas transversales que son indispensables para el desarrollo de habilidades sociales, resiliencia comunitaria y actividad empresarial y esencial para abordar los desafíos globales y locales. Barboza (2021) desarrollo el estudio sobre la formulación de la Estrategia Nacional de Bioeconomía en Costa Rica, abordándolo desde el marco de MLP. Para el autor es necesario la incorporación de un marco operativo que estimule la creación de nichos estratégicos de bioeconomía, en consonancia con esquemas de gobernanza y de creación de capacidades locales.

A su vez, Wydra et al. (2021) enfocan en analizar las dinámicas internas de las innovaciones en bioeconomía y sus interrelaciones, centrándose en cuatro nichos distintos de bioplásticos, biolubricantes y de biocombustibles para autos y aviación. Permite explorar la relación especial entre los nichos individuales y detectar posibles sinergias o conflicto (competencia); para luego la construcción de escenarios y vías de transición futuras. En cambio, Hellsmark et al. (2017) adoptan el enfoque de sistema de innovación tecnológica (TIS) para analizar el desarrollo de biorrefinerías en Suecia, destacando fortalezas y debilidades del mismo. Haukkala (2018) analiza la formación de la coalición de defensa del uso de energías renovables en Finlandia. Para esto plantea los marcos de transición sostenibles MLP, TIS y SNM, analizando el papel de los actores de la sociedad civil como posibles agentes de cambio. En la tabla 3 se presenta un resumen de los antecedentes analizados.

Tabla n° 3: Resumen de antecedentes.

Autor	Año	Objetivo principal	Marco utilizado	Principales factores influyentes/ Desafíos transición
Gottinger et al.	2020	Identificación y clasificación de las barreras de transición a la bioeconomía	MLP y TIS	Políticas y regulaciones, tecnología y materiales, mercado y condiciones de inversión, aceptación social, conocimiento y redes, y estructuras y rutinas sectoriales.
Bröring et al.	2020	Describe los tipos de innovación en la bioeconomía, identificar estrategias de comercialización específicas y sus desafíos.	TM	Competitividad, seguridad alimentaria y sostenibilidad ambiental, eficiencia de los recursos y la producción.
Purkus et al.	2017	Analizar papel de políticas públicas en la transición a la bioeconomía	TIS	Problemas relacionados con los actores, las instituciones (incluidos los mercados), las redes y las infraestructuras
Elmustapha et al.	2018	desarrollo y la difusión de tecnologías de energía solar y térmica	SNM	Creación de mercado, la presencia de incentivos adecuados, técnicos especializados, falta de capacidades tecnológicas, marcos de políticas apropiados, integración horizontal de actividades,

				limitaciones de recursos y participación limitada de los actores.
Koistinen et al.	2019	Transición al uso de biocombustibles de aviación	SNM	Difusión de innovación y articulación entre actores.
Kuchertz et al.	2020	El papel transformador del emprendimiento hacia bioeconomía	MLP	Empresarios innovadores, ecosistemas empresariales, apoyo gubernamentales
Pelli et al.	2018	Evaluar la difusa frontera entre la manufactura y los servicios y su impacto en las industrias primarias y de procesamiento dentro de las conceptualizaciones de la bioeconomía en evolución.	MLP	Actividades de servicio, desarrollo tecnológico, comercio internacional y articulación en red de los actores.
Koukios y Sacio-Szymanska	2018	Analiza las redes globales de producción relacionadas con la bioeconomía con las soluciones tecnológicas radicales.	Radical Technology Inquirer (RTI) + MLP	Nuevas prácticas agrícolas, nuevas tecnologías industriales, nuevos modelos de negocios, nuevas prácticas sociales y nuevos perfiles de habilidades.
Cazelgrandi Torres et al.	2017	Analizar el proceso de transición de los recursos fósiles en industria química a las materias primas renovables	MLP	Políticas públicas, recursos naturales, capacidad de innovación, coordinación de actores, articulación con otros sectores
Hoekstra et al.	2017	Modelado de transición a energías renovables.	TM, SMN y MLP	Innovación y comunicación de la misma, demanda, articulación entre actores, curvas de aprendizaje,
Falcone et al.	2019	Posibles impulsores y barreras del sector forestal en Italia y elaborar estrategias para una transición eficaz.	MLP	Fortalezas: certificación ambiental, disponibilidad de recursos, cultura artesanal, mecanización procesos, mercado externo, redes intersectoriales, programa forestal. Debilidades: falta de políticas con encuadre, cantidad de empresas, propiedad de bosque fragmentado, bajas asociaciones, burocracia, practicas silvícolas, capacidad empresarial, importación.
Forbord y Hansen	2020	Analizaron la transición sostenible al uso del biogás en Noruega	MLP	Interacción entre actores, tecnologías e instituciones; participación del estado; innovaciones tecnológicas.
Van Lancker et al.	2017	transición hacia la bioeconomía a nivel de empresa sigue siendo escasa	TM	Cooperación entre organizaciones, interdisciplinaridad, innovaciones disruptivas, creación de mercado para nueva tecnología
Sanz-Hernández et al.	2019	Analizar transiciones bioeconómicas, mediante un estudio de caso de prácticas socioinstitucionales innovadoras e inclusivas en	MLP	Innovación y prácticas de inclusión en el desarrollo de innovación.

		el contexto de una región española, Aragón		
Barboza	2021	Analizar Estrategia Nacional de Bioeconomía en Costa Rica	MLP	Marco operativo que estimule la creación de nichos estratégicos de bioeconomía; esquemas de gobernanza y de creación de capacidades locales.
Wydra et al.	2021	Posibles vías de transición que distintos nichos de base biológica podrían seguir durante un proceso de transformación conjunta	SNM y MLP	Interrelación entre las innovaciones (competencia y sinergias), prioridades políticas, competencia por la biomasa,
Hellsmark et al.	2017	Fortalezas y debilidades del sistema de innovación de biorrefinerías de Suecia.	TIS	Financiamiento, infraestructura, redes de actores, coordinación en sector público, capacidad de industrialización, claridad de roles, políticas públicas,
Haukkala	2018	Analiza la formación de la coalición de defensa de la transición verde en el campo de la política energética finlandesa	MLP, TIS y SNM	Sociedad civil, agencia, gobernanza, voluntad política,

Fuente: Elaboración propia.

5. CONSIDERACIONES FINALES

Mundialmente y de manera acelerada, la bioeconomía se consolida, como modelo de desarrollo para enfrentar el doble desafío de atender las demandas de alimentos, fibras y energía de una población mundial en constante crecimiento; y de revertir o mitigar los impactos negativos sobre el medio ambiente y los recursos naturales. En un esfuerzo por vincular las nociones teóricas sobre la transición hacia la sustentabilidad y la bioeconomía, en este trabajo se analizó diferentes antecedentes actuales que contribuyen a ello.

El análisis de los estudios presentados ofrece una evidencia empírica que permite sostener la hipótesis, de que la bioeconomía puede ser una potente base como modelo de desarrollo territorial. Principalmente con la finalidad de abordar el desafío de finalizar con la dependencia del recurso fósil. Pero las transiciones hacia los ecosistemas bioeconómicos no son fáciles de realizar, ya que se requieren de cambios sustanciales en los sistemas socio-técnicos. Además, los actores existentes tienden a presentar resistencia a los cambios que se introduzcan en sus reglas regulatorias, normativas y cognitivas.

Los estudios de transición pueden desempeñar un papel clave en este sentido al crear nuevas perspectivas, enfoques y comprensión y ayudar a mover a la sociedad en la dirección de la sostenibilidad. A partir de los antecedentes es necesario, por tanto, construir nuevas redes de actores, más amplias y heterogéneas, que permitan surgir dentro de la sociedad actores que protejan y apoyen el proceso de generación de nichos estratégicos, nuevas tecnologías y productos. La biotecnología se presenta como una oportunidad de dar valor agregado a los sectores tradicionales, y diversificar la matriz productiva o generar la oportunidad de crear nuevas empresas de base biotecnológica.

El marco de transición más utilizado en los antecedentes sobre la bioeconomía es el de la perspectiva multinivel. El curso y los efectos de los procesos de transformación bioeconómica dependen principalmente del nivel de desarrollo tecnológico, redes y articulación de actores, generación de mercados, los recursos disponibles y el sistema político y regulaciones de un determinado estado

La cuestión principal que interesa a futuro es cómo actuar desde las políticas públicas para escalar esos procesos puntuales de manera de poder aprovechar todo el potencial transformador que considera la bioeconomía. Los problemas sociales y ambientales que requieren transiciones suelen ser generalizados, en el sentido de que afectan a muchos sectores diferentes. Los estudios de transición están comenzando a

ampliar su alcance, pasando de centrarse en sistemas únicos (energía, movilidad, agua, alimentos y salud) a transiciones "multisectoriales" y las interacciones de varios sistemas.

La sostenibilidad requiere cambios drásticos en una amplia gama de sectores, tecnología, formulación de políticas, negocios y consumo; con diversidad de intereses de por medio. La investigación sobre las transiciones de la sostenibilidad ha avanzado mucho en el tratamiento de problemas clave. Las transiciones pueden acelerar y generar dinámicas que permitan el cambio hacia la sostenibilidad. En futuros estudios, las transiciones que prometen crear nuevos enfoques y comprensión para hacer avanzar a la sociedad hacia la sostenibilidad, deben ser articulados con teoría prospectiva normativa para la construcción del futuro.

6. REFERENCIAS

- Anlló, G.; Fuchs, M. (2014). Bioeconomía y los desafíos futuros. La biotecnología como ventana de oportunidad para Iberoamérica. El estado de la ciencia. Informe de la Ricyt.
- Barboza, L. M. (2021). Nota técnica sobre la formulación de la Estrategia Nacional de Bioeconomía en Costa Rica. *Revista e-Agronegocios*, 7 (1).
- Biber-Freudenberger, L.; Ergeneman, C.; Janosch Förster, J.; Dietz, T.; Börner, J. (2020). Bioeconomy futures: Expectation patterns of scientist and practitioners on the sustainability of bio-based transformation. *Sustainability development*, 28: 1220-1235.
- Bröring, S.; Laibach, N.; Wustmans, M. (2020). Innovation types in the bioeconomy. *Cleaner production*, 266. Artículo 121.939.
- Cazalgrandi, A.; Bomtempo, J.; Almeida, F.; Chaves, F. (2017). Transição de sistemas tecnológicos: o desafio da inclusão das matérias-primas renováveis na indústria química Brasileira. *ALTEC*.
- Dietz, T.; Börner, J.; Förster, J.; von Braun, J. (2018). Governance of the Bioeconomy: A Global Comparative Study of National Bioeconomy Strategies. *Sustainability*, 10 (9), 3190.
- El-Chichakli, B.; von Braun, J.; Lang, C.; Barben, D.; Philp, J. (2016). Policy: Five cornerstones of a global bioeconomy. *Nature*, 535: 221-223.
- Elmustapha, H.; Hoppe, T.; Bressers, H. (2018). Comparing two pathways of strategic niche management in a developing economy; the cases of solar photovoltaic and solar thermal energy market development in Lebanon. *Journal of Cleaner Production*, 186: 155–167.
- Falcone, P.; Tani, A.; Tartiu, V.; Imbriani, C. (2019). Toward a sustainable forest-based bioeconomy in Italy: Findings from SWOT analysis. *Forest Policy and Economics*.
- Forbord, M.; Hansen, L. (2020). Enacting sustainable transitions: A case of biogas production and public transport in Trondelag, Norway. *Journal of Cleaner Production*, 254: 120156.
- Geels, F. W.; Schot, J. (2007). [Typology of sociothetchnical pathways](#). *Research Policy*, 36 (3): 399-417.
- Gottinger, A.; Ladu, L.; Quitzow, R. (2020). Studying the Transition towards a Circular Bioeconomy—A Systematic Literature Review on Transition Studies and Existing Barriers. *Sustainability*, 12: 2-25.
- Haukkala, T. (2018). A struggle for change. The formation of a green-transition advocacy coalition in Finland. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 27: 146-156.
- Hellsmark, H.; Mossberg, J.; Söderholm, P.; Frishammar, J. (2017). Innovation system strengths and weaknesses in progressing sustainable technology: the case of Swedish biorefinery development. *Journal of Cleaner Production*, 131 (10): 702-715
- Hernández, R.; Céspedes, J. (2020). Bioeconomía: una estrategia de sostenibilidad en la cuarta revolución industrial. *Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, La Paz, 7 (2): 126-133.
- Hodson de Jaramillo, E. (2018). Bioeconomía: el futuro sostenible. *Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 42 (164): 188-201.
- Hoekstra, A.; Steinbuch, M.; Verbong, G. (2017). Creating Agent-Based Energy Transition Management Models That Can Uncover Profitable Pathways to Climate Change Mitigation. *Complexity*: 1-23.
- Köhler, J.; Geels, F. W.; Kern, F.; Markard, J.; Wieczorek, A.; Alkemade, F.; Wells, P. (2019). An agenda for sustainability transitions research: State of the art and future directions. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 31: 1-32.

- Koistinen, K.; Upham, P.; Bögel, P. (2019). Stakeholder signalling and strategic niche management: The case of aviation biokerosene. *Journal of Cleaner Production*, 225: 72-81.
- Koukios, E.; Sacio-Szymańska, A. (2018). Assessing the emergence of bioeconomy by the radical technology inquirer tool. *European Journal of Futures Research*, 6: artículo 23.
- Kuchertz, A.; Berger, E.; Brändle, L. (2020). Entrepreneurship and the sustainable bioeconomy transformation. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 37: 332-344.
- Loray, R. (2015). ¿La bioeconomía como modelo de desarrollo? Recursos naturales y políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación. *Estado y Políticas Públicas*, 5: 99-118,
- Makard, J.; Raven, R.; Truffer, B. (2012). Sustainability transitions: An emerging field of research and its prospects. *Policy*, 41: 955-967.
- Pelli, P.; Kangas, J.; Pykäläinen, J. (2018). Service-Based Bioeconomy—Multilevel Perspective to Assess the Evolving Bioeconomy with a Service Lens. En Filho, W.: *Towards a Sustainable Bioeconomy: Principles, Challenges and Perspectives*. Springer. Pp: 17-43.
- Pérez, C. (2010). Dinamismo tecnológico e inclusión social en América Latina, una estrategia de desarrollo productivo basada en los recursos naturales. *Revista Cepal*, 100: 123:145.
- Ponce Sánchez, J.; Carrillo González, G. (2020). Transición de América Latina hacia la bioeconomía. Una comparación con países de la OCDE, la Unión Europea y los BRICS. *Economía: teoría y práctica*, 53: 45-70.
- Purkus, A.; Hagemann, N.; Bedtke, N.; Gawel, E. (2017). Towards a sustainable innovation system for the German wood-based bioeconomy: Implications for policy design. *Journal of Cleaner Production*, 172: 3955–3968.
- Sanz-Hernández, A.; Sanagustín-Fons, M.; López-Rodríguez, M. (2019). A transition to an innovative and inclusive bioeconomy in Aragon, Spain. *Environmental Innovation and Societal Transition*, 33.
- Schot, J.; Geels, F. W. (2008). Strategic niche management and sustainable innovation journeys: Theory, findings, research agenda, and policy. *Technology Analysis and Strategic Management*, 20 (5): 537-554.
- Susur, E.; Hidalgo, A. (2020). La transición sostenible como soporte de los ecosistemas industriales. *Economía Industrial*, 416: 15-22.
- Van Lancker, J.; Wauters, E.; Van Huylenbroeck, G. (2017). Manging innovation to bioeconomy: An open innovation perspective. *Biomass and Bioenergy*, 90: 60-69.
- Wydra, S.; Hüsing, B.; Köler, J.; Schwarz, A.; Schirrmeister, E.; Voglhuber-Slavinsky, A. (2021). Transition to the Bioeconomy – Analysis and scenarios for selected niches. *Journal of Cleaner Production*, 126092.
- Zolfagharian, M.; Walrave, B.; Raven, R.; Romme, A.G. (2019). Studying transitions. Past, present, and future. *Research Policy*, 48 (9).

Received on 09, 2022.

Accepted on 12, 2022.