



*Asesorías y Tutorías para la Investigación Científica en la Educación Puig-Salabarría S.C.
José María Pino Suárez 400-2 esq a Lerdo de Tejada. Toluca, Estado de México. 7223898475*

RFC: AT1120618V12

Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.

<http://www.dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/>

Año: IX

Número: 1

Artículo no.:46

Período: Septiembre, 2021

TÍTULO: Bioeconomía una alternativa para México. Análisis bibliométrico a la Web of Science.

AUTORES:

1. Máster. José Guadalupe de la Cruz Borrego.
2. Dra. Frida Carmina Caballero Rico.

RESUMEN: La bioeconomía en muchos países inspira fuertemente a su estudio, es considerada una alternativa a la necesidad de fuentes de empleo más sostenibles, aprovechando de forma eficaz la biomasa, producto derivado de los residuos de recursos forestales. El objetivo de esta investigación consiste en proporcionar información acerca del estado actual de la bioeconomía y las oportunidades que ofrece al territorio mexicano. La indagación fue a la *Web of Science*, utilizando como palabra clave “*Bioeconomy*”, el elemento de estudio consideró al artículo científico, el periodo de temporalidad fue abierto a fin de tener una visión amplia sobre la experiencia de su análisis. La revisión advierte una necesidad de investigaciones con información más clara sobre las oportunidades de la bioeconomía en México.

PALABRAS CLAVES: Bioeconomía, Biomasa, Biorrefinería, Residuos.

TITLE: Bioeconomy an alternative for Mexico. Bibliometric analysis to the Web of Science.

AUTHORS:

1. Máster. José Guadalupe de la Cruz Borrego.
2. Dra. Frida Carmina Caballero Rico.

ABSTRACT: The bioeconomy in many countries strongly inspires its study, it is considered an alternative to the need for more sustainable sources of employment, effectively taking advantage of biomass, a product derived from the residues of forest resources. The objective of this research is to provide information about the current state of the bioeconomy and the opportunities it offers to the Mexican territory. The inquiry went to the Web of Science, using “Bioeconomy” as the keyword, the study element considered the scientific article, the temporality period was opened in order to have a broad vision of the experience of its analysis. The review warns of a need for research with clearer information on the opportunities of the bioeconomy in Mexico.

KEY WORDS: Bioeconomy, Biomass, Biorefinery, Waste.

INTRODUCCIÓN.

El presente trabajo consiste en una revisión de estudios relacionados con la Bioeconomía y a lo que vendría a ser un escenario favorable para México, esta actividad representa un nuevo modelo al impulso del desarrollo de territorios, además de que inspira hacia una transición de combustibles no fósiles, no obstante, su aplicación también influye en nuevas oportunidades a la necesidad de fuentes empleo.

La tendencia hacia nuevas formas de producir combustible es un rumbo que se ha decidido tomar para conseguir un crecimiento económico sustentable, el incremento de costos de los combustibles, aunado a la preocupación por el calentamiento global, esto ha ocasionado girar la mirada hacia el desarrollo de biocombustibles, que aporten a la disminución del daño al medio ambiente (IICA, 2013).

La bioeconomía ha provocado replantearse hacia un nuevo modelo económico menos contaminante; de hecho, en la opinión de (Nagarajan et al., 2020), reconocen que en europea la bioeconomía es cada vez más importante para las políticas públicas regionales y nacionales; dado que abarca la

transformación de los recursos agrícolas, marinos y orgánicos en alimentos, combustibles, energía y materiales, y enfatiza en que la bioeconomía debería convertirse en una nueva industria importante que sustituya a los productos a base de petróleo.

A su vez (Asada et al., 2020), considera que el propósito de una bioeconomía es sustituir el uso de los fósiles por el uso de recursos biogénicos, y para ello cada vez mas los países están respondiendo a la extracción insostenible de recursos, al aumento de las emisiones y al incremento de las corrientes de desechos mediante la aplicación de estrategias nacionales de bioeconomía.

Además, desde la posición de (Shcherbak et al., 2019), la bioeconomía no sólo se refiere a las actividades económicas, sino también al proceso de transformación de la sociedad en su conjunto, para que sea más sostenible, promoviendo, por ejemplo, cambios en las pautas de consumo y producción, y mejorando la circularidad del uso de las corrientes de desechos, además una economía basada en recursos naturales terrestres y marinos, incluidos los desechos biológicos, que produce bienes y servicios vitales.

Los países de América Latina y el Caribe son permeados por la política internacional, respecto a la aplicación esta podría fortalecerse de los intentos de realizar sinergias entre los diferentes objetivos de desarrollo sostenible, planteados por la Organización de las Naciones Unidas; por ejemplo, "Hambre cero", "Agua potable y saneamiento", "Energía asequible y limpia", "Acción climática" y "La vida en la tierra" (Bullock et al., 2020).

DESARROLLO.

Materiales y métodos.

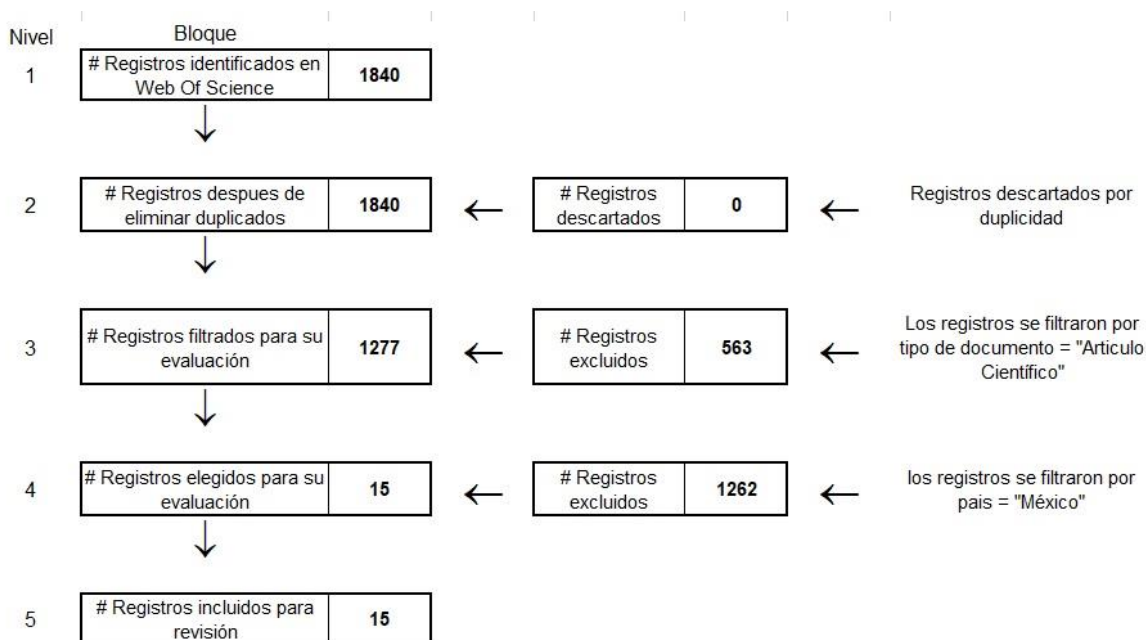
Para construir el documento de trabajo, se examinó la base de datos Web of Science; esta plataforma que permite el acceso a una gran cantidad de colecciones científicas de alto valor académico de todas las áreas, la búsqueda y revisión de documentos (figura 1) utilizó la palabra clave “Bioeconomy” +

“Mexico”, como elemento de análisis se seleccionó al artículo científico, dentro del criterio de búsqueda el periodo de tiempo fue de rango abierto, a fin de tener una visión más amplia sobre la experiencia de su estudio.

La adquisición y examinación de datos se realizó durante el mes de abril del presente año; por lo tanto, los resultados posteriores no son considerados; se utilizaron las herramientas que ofrece la Web of Science para indagar la información recuperada, años de publicación, tipos de documentos, países, autores, instituciones de filiación e instituciones financiadoras; además, fueron gestionados con la herramienta Mendeley y permitir un mejor manejo e identificación de los trabajos, posteriormente se trataron con el software R Studio a través de los paquetes *bibliometrix* y *biblioshiny*.

En la figura 1, se esquematiza el proceso que se siguió para realizar la búsqueda y análisis de registros sobre bioeconomía.

Figura 1. Proceso de búsqueda de información en la colección de datos de la Web of Science.



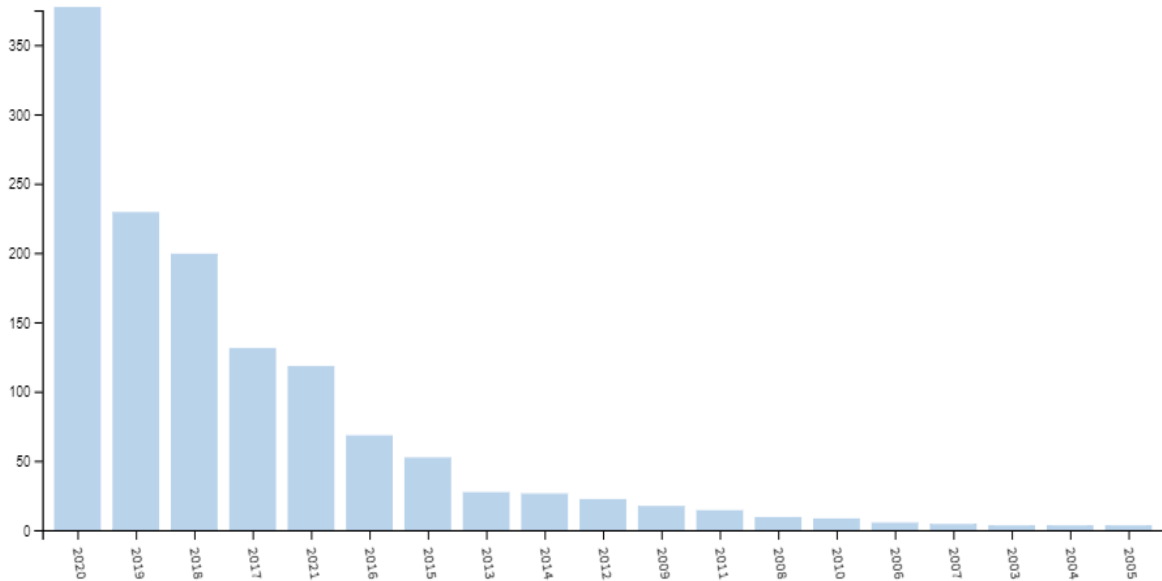
Nota. El gráfico representa el proceso que se siguió para realizar la búsqueda y revisión de registros sobre bioeconomía, a partir de Urrútia & Bonfill, (2010).

Antecedentes.

La bioeconomía puede ser un camino prometedor para lograr múltiples objetivos de desarrollo sostenible, la participación del sector privado es fundamental para la aplicación con éxito de las iniciativas de la bioeconomía. Muchos proponen que la bioeconomía circular mejorará la competitividad de las empresas mediante la identificación de nuevos mercados, el desarrollo de productos y procesos más sostenibles y la creación de nuevos modelos empresariales (le Duc, 2020). La bioeconomía en la última década (2010 – 2020, figura 2) ha adquirido un interés fuerte para ser investigada alrededor del mundo, la sociedad científica en esta área del conocimiento, preocupada en el desarrollo de nuevas fuentes de energía y una economía más sustentable y amigable con el medio ambiente, ha incrementado su producción científica.

La figura 2 muestra la evolución de las publicaciones sobre bioeconomía alrededor del mundo.

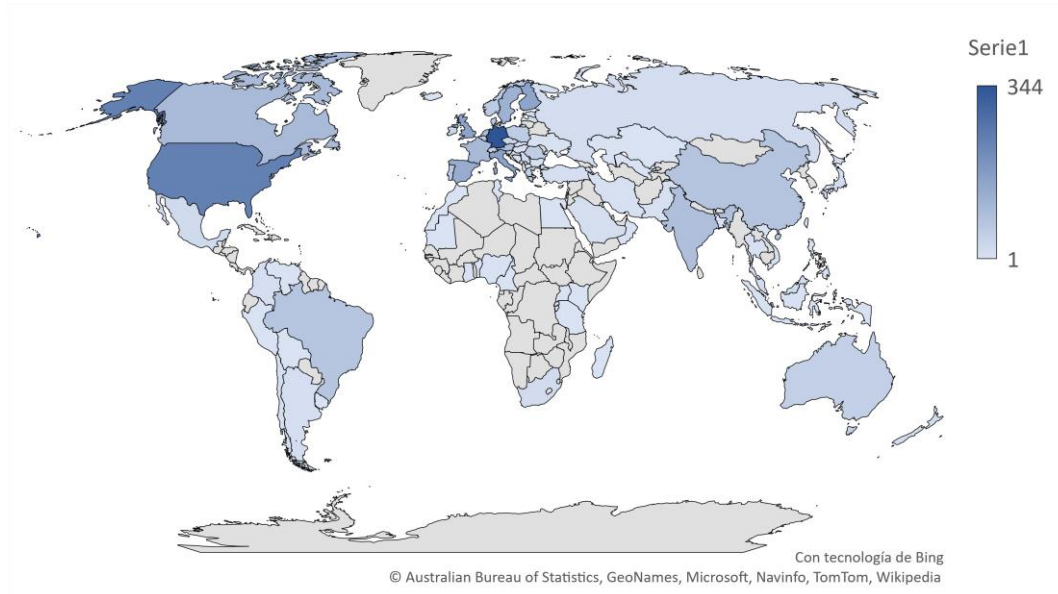
Figura 2. Producción científica en el tiempo sobre bioeconomía, Web of Science.



Nota. El gráfico representa la tendencia en el tiempo de la producción de artículos científicos sobre bioeconomía en la Web of Science (2021).

De los 1 840 registros obtenidos, mayormente se encuentran agrupados en los países: Alemania (254), Estados Unidos de Norte América (155), Finlandia (124), Italia (119) e Inglaterra (107), mientras que la agrupación de representación Iberoamericana es por: Brasil (52), Portugal (39), **México (15)** y Colombia (9) (figura 3).

Figura 3. Mapa producción científica sobre bioeconomía por país.



Nota. El gráfico representa según la intensidad del color, a los países con mayor producción científica sobre bioeconomía, elaborado con software Rstudio a partir de los datos de la Web of Science (2021).

De acuerdo a la interpretación por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), la bioeconomía como una intensiva utilización de conocimientos en recursos, procesos, tecnologías y principios biológicos para la producción sostenible de bienes y servicios; además, propone nuevas fronteras para el uso de la biomasa y la elaboración de productos para la medicina, la salud humana y animal, así como el desarrollo de cadenas de valor completamente nuevas a partir de los residuos agrícolas bajo el enfoque de economía circular (IICA, 2013).

Agregando a lo anterior, Stegmann et al., (2020) señala, que la bioeconomía es un sector basado en el conocimiento, y considera que sin él, nada más podrá desarrollarse; además, la disponibilidad de biorecursos es fundamental para el desarrollo de esta actividad; sin embargo, advierte que hasta ahora pocos estudios se centran en el final de la vida útil de los productos de base biológica; es decir, en el diseño circular de productos, el reciclaje y la conexión en cascada.

Por otra parte, promueve la inclusión social (por ejemplo, agricultura familiar, jóvenes y mujeres, pueblos originarios) y la reducción de las brechas territoriales de desarrollo al interior de los países a través de procesos de innovación que contribuyen a la diversificación de las economías y nuevas cadenas de valor, especialmente de aquellas que contribuyen al desarrollo regional, brindando oportunidades a jóvenes y mujeres (Urmetzer et al., 2020).

De acuerdo con Nørstebø et al., (2020), la bioeconomía puede ser un camino prometedor para lograr múltiples objetivos de desarrollo sostenible; sin embargo, señala que la participación del sector privado es fundamental para la aplicación con éxito de las iniciativas de bioeconomía; así mismo, la bioeconomía circular puede mejorar la competitividad de las empresas mediante la identificación de nuevos mercados, el desarrollo de productos y procesos más sostenibles y la creación de nuevos modelos empresariales.

Además, la bioeconomía es considerada un enfoque poderoso con la cual es posible cubrir tendencias de insostenibilidad. Actualmente, las grandes expectativas se basan en la idea de sustituir lo fósil por una bioeconomía; sobre todo en la propuesta de reducir, reutilizar y reciclar, considerando también áreas de oportunidad como la elaboración de nutrientes a partir de fuentes secundarias (Chandrasekhar et al., 2020; Urmetzer et al., 2020).

Sector agrícola.

En actividades agrícolas, de acuerdo con García – Vargas *et al.*, la valorización de los desechos de aguacate (cáscara, hueso, podas), puede ayudar a los investigadores y a la industria involucrada a

buscar enfoques integrados dentro de un contexto de biorrefinería y a avanzar hacia una bioeconomía circular. Además, señala que estas biomásas podrían convertirse en materias primas para obtener diferentes tipos de productos comercializables (almidón, proteínas, compuestos fenólicos y bio-absorbentes, entre otros), al mismo tiempo advierte, la ausencia de sistemas de producción eficientes y la necesidad de elaborar planes con enfoque de biorrefinería, esto permitiría al sector del aguacate avanzar hacia el principio de cero desechos (García-Vargas et al., 2020).

Otra área que también ha tomado relevancia en los últimos años es la biorrefinería con (Nawaz et al., 2020) enfoque de cero desechos, pues ha adquirido un gran interés por la investigación como área para impulsar el medio ambiente y la bioeconomía de manera sostenible, señala a las aguas residuales de las industrias azucareras pueden convertirse en un punto clave para mejorar su economía, esto ha derivado el interés de su estudio como método de elección para una explotación sostenible de una amplia gama de materia de desechos orgánicos junto con la producción de productos de alto valor y de interés industrial (Perler & Schurr, 2020).

Por su parte, (Cheng, Bayat, et al., 2020) la bioenergía es un componente importante del mercado mundial de energía renovable, así mismo se ha comercializado la producción de bioetanol a partir de biomasa rica en azúcar, la producción de biodiesel a partir de biomasa rica en lípidos y la producción de biogás a partir de materias primas densas en materia volátil; sin embargo, una fracción sustancial de los desechos de biomasa sigue desechándose el pirólisis puede ser una opción de extracción barata de compuestos de desechos agrícolas, plantas dedicadas, granos gastados, tortas de semillas desaceitadas, desechos forestales, desechos de alimentos, desechos municipales y residuos digeridos. Esos desechos suelen contener menos compuestos digeribles (por ejemplo, ácidos grasos y azúcares) y más proteínas y lignina recalcitrante, que requieren condiciones de reacción más severas para extraer compuestos valiosos (Cheng, Bayat, et al., 2020).

A su vez, (Barragan-Ocana et al., 2020) los avances en biotecnología han dado lugar al desarrollo de numerosos bioprocesos, que han consolidado la investigación, el desarrollo y el progreso industrial en este campo. Estos bioprocesos se utilizan en terapias médicas, procedimientos de diagnóstico e inmunización, agricultura, producción de alimentos, producción de biocombustibles y soluciones ambientales (para abordar los problemas relacionados con el agua, el suelo y el aire), entre otras áreas. La biotecnología está firmemente posicionada como un área de conocimiento emergente, así lo reflejan un número considerable de estudios y tecnologías centrados en la creación de conocimientos destinados a mejorar el desarrollo económico, la protección del medio ambiente y el bienestar social (Barragan-Ocana et al., 2020).

Sector forestal.

Un recurso forestal descrito con un alto potencial es el guayule (*Parthenium argentatum*), arbusto originario de la región árida del sudoeste de los Estados Unidos y Norte de México que pertenece a la familia de las asteráceas, perenne tolerante a la sequía, se trata de una fuente de caucho natural hipoalergénico de alta calidad con aplicaciones en las industrias farmacéutica, de neumáticos y alimentaria, en el procesamiento del guayule (*Parthenium argentatum*) para la producción de caucho a granel mediante la extracción con disolventes, se producen dos corrientes de residuos: un líquido complejo rico en resina y un bagazo leñoso seco y molido (Cheng, Dehghanizadeh, et al., 2020; Dehghanizadeh et al., 2020; Luo et al., 2019; Nelson et al., 2019).

Habría que decir también, la *Hevea brasiliensis*, actualmente la única fuente de caucho natural del mundo se cultiva como monocultivo, lo que lo hace vulnerable a los factores estresantes bióticos y abióticos (Nelson et al., 2019); sin embargo, a fin de mejorar la viabilidad económica del guayule como cultivo industrial, se necesita un uso de los residuos con valor añadido y que tenga el potencial de reducir los costos brutos de producción de caucho (Cheng, Dehghanizadeh, et al., 2020; Dehghanizadeh et al., 2020; Luo et al., 2019).

Así mismo, de acuerdo con Ruiz, *et al.*, en la nueva era de la biorrefinería, se requiere una visión más holística del pretratamiento para asegurar el uso óptimo de toda biomasa. Sobre esto, la tecnología de pretratamiento hidrotérmico se considera muy prometedora para la biorrefinería de biomasa lignocelulósica y puede aplicarse a escala industrial para las biorrefinerías de segunda generación y de bioeconomía circular, ya que no requiere ningún otro insumo químico que no sea agua líquida o vapor y calor (Ruiz et al., 2020).

Sector de la Salud.

En el trabajo de Perler & Schurr expone la reproducción femenina transfronteriza, como los contextos geográficos, históricos, económicos y políticos influyen en la donación de óvulos y dan forma a esta práctica transnacional. Como muchas mujeres ofrecen sus ovocitos debido a sus condiciones precarias y se les considera como "cuerpos biodisponibles". La presencia de estos cuerpos biodisponibles es clave para el surgimiento de puntos calientes de donación de óvulos a nivel mundial (Perler & Schurr, 2020).

Por otra parte, un factor preocupante tiene que ver con el exceso consumo de recursos, la generación insuperable de desechos y la desigualdad social, si no se reducen, conducirán a un siglo XXI insostenible. La forma tradicional en que se diseñan los productos promueve una economía lineal que descarta los recursos recuperables y crea impactos ambientales y sociales negativos, para ello es necesario soluciones con enfoques multidisciplinarios que abarcan la química, la ingeniería de procesos y la ciencia de la sostenibilidad (Sadhukhan et al., 2020).

Con respecto a los desechos de la cadena de suministro de alimentos, se sugiere que los sistemas innovadores de biorrefinería integrados, económicamente viables y sinérgicos (energía y materiales) transformen los desechos en producciones químicas funcionales y de plataforma junto con los vectores de energía: Combustible o generación combinada de calor y energía. Además, es necesario

un replanteamiento de políticas y conciencia de la población en general para hacer un mejor planteamiento de la economía circular de los alimentos (Sadhukhan et al., 2020).

Acuicultura.

Tratamiento de algas marinas.

La biomasa de algas marinas es una materia prima emergente para las biorrefinerías, con una producción industrial mundial de 30 millones de toneladas anuales, además estos desechos pueden ser la fuente prima en la producción de bio-crudo, bio-crudo y que pueden ser aprovechadas a partir de algas cultivada en aguas residuales urbanas; sin embargo, la mayor parte de la biomasa producida hoy en día se pierde (Cheng, Jarvis, et al., 2019; Levkov et al., 2020).

Cheng, *et al.*, proponen una modificación de un reactor de flujo continuo a escala piloto para la licuefacción (sustancia que pasa del estado gaseoso al líquido) hidrotérmica de biomasa húmeda para el tratamiento de lodo de algas en condiciones subcríticas, con el propósito de investigar la viabilidad de escalar desde el procesamiento por lotes hasta el procesamiento continuo. (Cheng, le Doux, et al., 2019).

Medio ambiente.

Teniendo en cuenta a Chen et al., (2020), en su trabajo sobre cambio climático, señala que las enzimas extracelulares ligninasa y celulasa puede utilizarse para rastrear los cambios en las fuentes de Carbono predominantes de los microbios del suelo, y por lo tanto, puede proporcionar una comprensión mecánica de las vías de pérdida de Carbono del suelo, mediante un metaanálisis, que las reducciones de las reservas de Carbono del suelo con el calentamiento están asociadas al aumento de las proporciones de actividad de la ligninasa y la celulasa.

Por otro lado, la investigación conjunta germano-mexicana realizada por Pallagst, Vargas-Hernandez, et al., (2019), en este artículo explora el uso de los espacios urbanos interiores vacíos como zonas de innovación ecológica, examinando su potencial para el desarrollo sostenible de ciudades en declive. En los Estados Unidos, con el fin de poner en marcha soluciones innovadoras en zonas abandonadas, como estrategia de recuperación han creado zonas verdes en el contexto del desarrollo urbano. Estas acciones comprenden habilitaciones que van desde invernaderos hasta campos de tréboles menos extensos, sin embargo, su potencial aún no se ha descubierto completamente, cuando de aplicación de desarrollo de bioeconomía se trata (Pallagst, Vargas-Hernandez, et al., 2019).

Dentro de la industria de impresión 3D, los materiales de los árboles tienen el potencial de reemplazar los materiales basados en fósiles y otros materiales no sostenibles en los productos cotidianos, transformando así la sociedad hacia una nueva bioeconomía, principalmente la valoración de recursos como materia prima para la impresión en 3D similar a la madera (Markstedt et al., 2019).

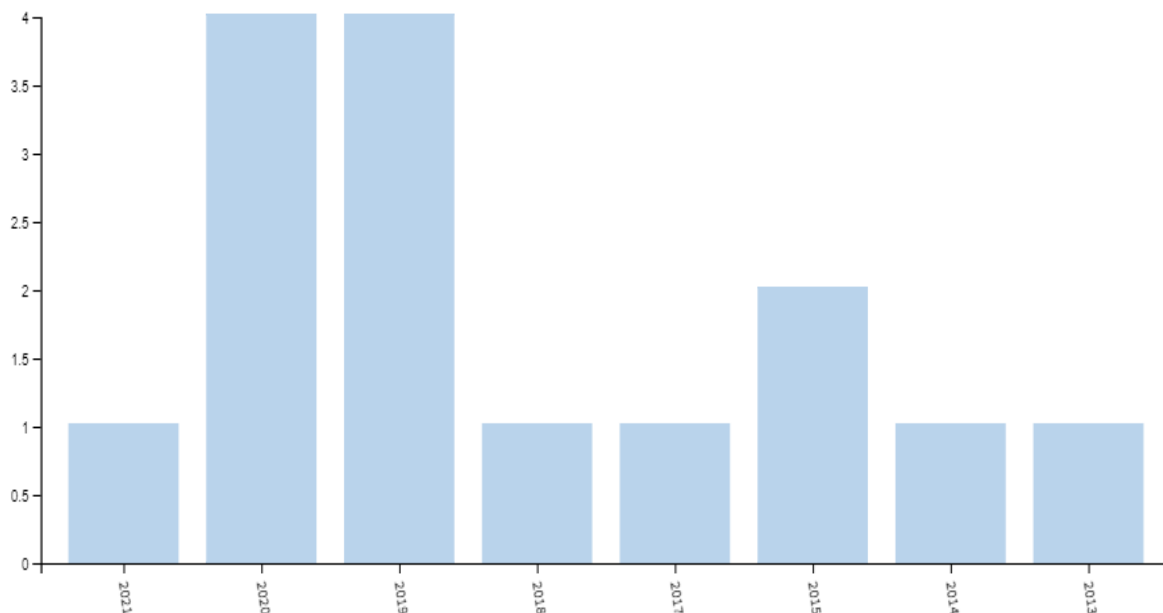
Resultados.

La bioeconomía en México.

De los 1 277 registros identificados en la *Web of Science*, 15 artículos corresponden a México y son agrupados en una temporalidad del año 2013 al 2021 (figura 4), además el primer artículo en esta colección de documentos científicos fue el de (Brambila-Paz et al., 2013), publicado en el *Journal de Agrociencia*, el cual a la fecha ha sido 5 veces citado en 2017 (2), 2018 (2) y en el 2020 (1); en el cual (Brambila-Paz et al., 2013) analizan la viabilidad de un proyecto que produce azúcar y bioetanol tiene la probabilidad de que, con el tiempo, el capital valga más que si se hubiera depositado en el banco (coste de oportunidad del capital) en comparación con un proyecto de propósito único (producción de azúcar o bioetanol únicamente), concluyendo que una biorrefinería que utilice materia prima de primera generación, como la caña de azúcar, debe ser flexible para cambiar las cantidades

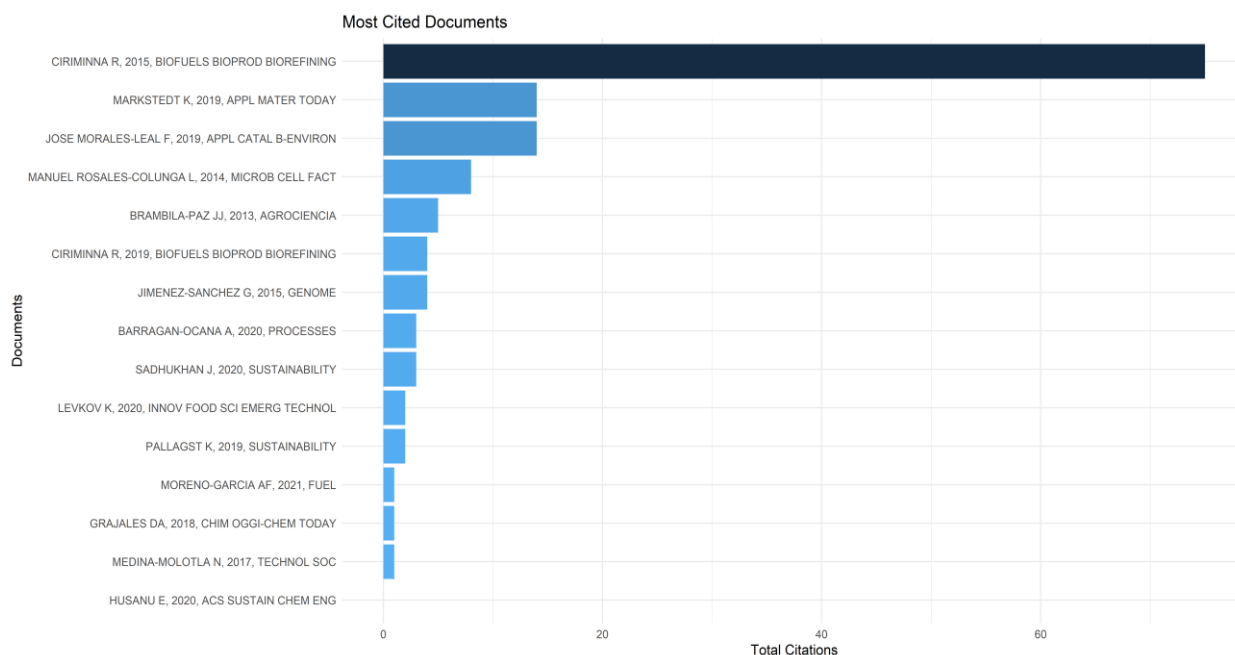
de su producción, ya sea de azúcar a bioetanol o viceversa en escenarios donde los precios son inestables.

Figura 4. Evolución de la producción de artículos científicos sobre bioeconomía en México.



Nota. El gráfico representa la producción de artículos científicos sobre bioeconomía en México, Web of Science (2021).

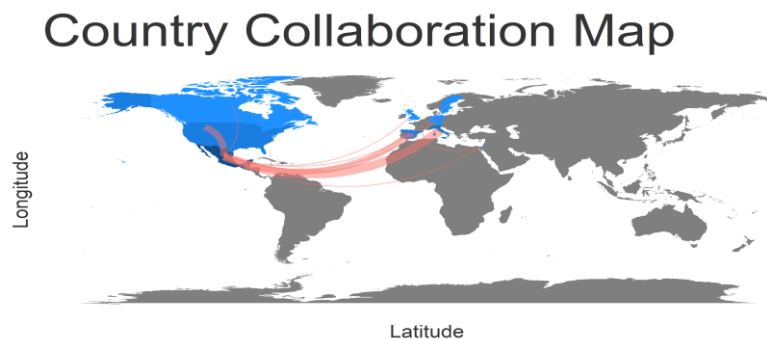
De los documentos más relevantes por sus citas (figura 5), se encuentran las publicaciones de Ciriminna *et al.*, y en sus trabajos sugieren aprovechar el potencial de la bioeconomía de Opuntia, la planta de cactus Opuntia (nopal); además de ser una fuente de alimentos y agua saludables en las tierras áridas y semiáridas, proporciona servicios de ecosistema únicos. En la última década, los cladodios, frutos, flores y subproductos de la planta se han convertido en una fuente de valiosos bioproductos, que se utilizan cada vez más en las industrias farmacéutica, cosmética, alimentaria, de bebidas y nutracéutica (Ciriminna, Chavarría-Hernández, et al., 2019).

Figura 5. Documentos sobre bioeconomía más citados.

Nota. El gráfico representa los documentos más citados sobre bioeconomía, elaborado con software Rstudio a partir de los datos Web Of Science (2021).

Investigación conjunta.

Con respecto a las colaboraciones entre México con otros países (figura 6) aparecen: con Canadá (1), Alemania (1), Israel (1), Italia (3), España (2), Suecia (1), Reino Unido (1), Estados Unidos de Norte América (2), Israel (1), podemos decir que en materia de investigación colaborativa México juega un rol muy importante.

Figura 6. Investigaciones colaborativas sobre bioeconomía entre países.

Nota. El gráfico representa a los países con los que México realizó investigaciones conjuntas sobre bioeconomía, elaborado con software Rstudio a partir de los datos Web of Science (2021).

La bioeconomía y su aplicación ha tomado un auge bastante fuerte, de acuerdo con los trabajos revisados, es considerada una solución a la necesidad de empleos, sustituto de los combustibles no fósiles y a los problemas medioambientales, además de observarle un gran potencial en la generación de productos energéticos derivados del aprovechamiento de las biomásas.

Por otro lado, de acuerdo a la revisión de trabajos, es notorio la ausencia de un marco legal que marque el rumbo de aplicación de la bioeconomía, falta de estudios que orienten su impacto socioeconómico y ambiental, nuevos roles de modelos económicos, evidentemente esta transición aunque científicamente es muy prometedora, un verdadero desafío será el diseño de políticas globales y locales que promuevan un nuevo equilibrio basado en la bioeconomía dejando de un lado recursos dañinos para el planeta.

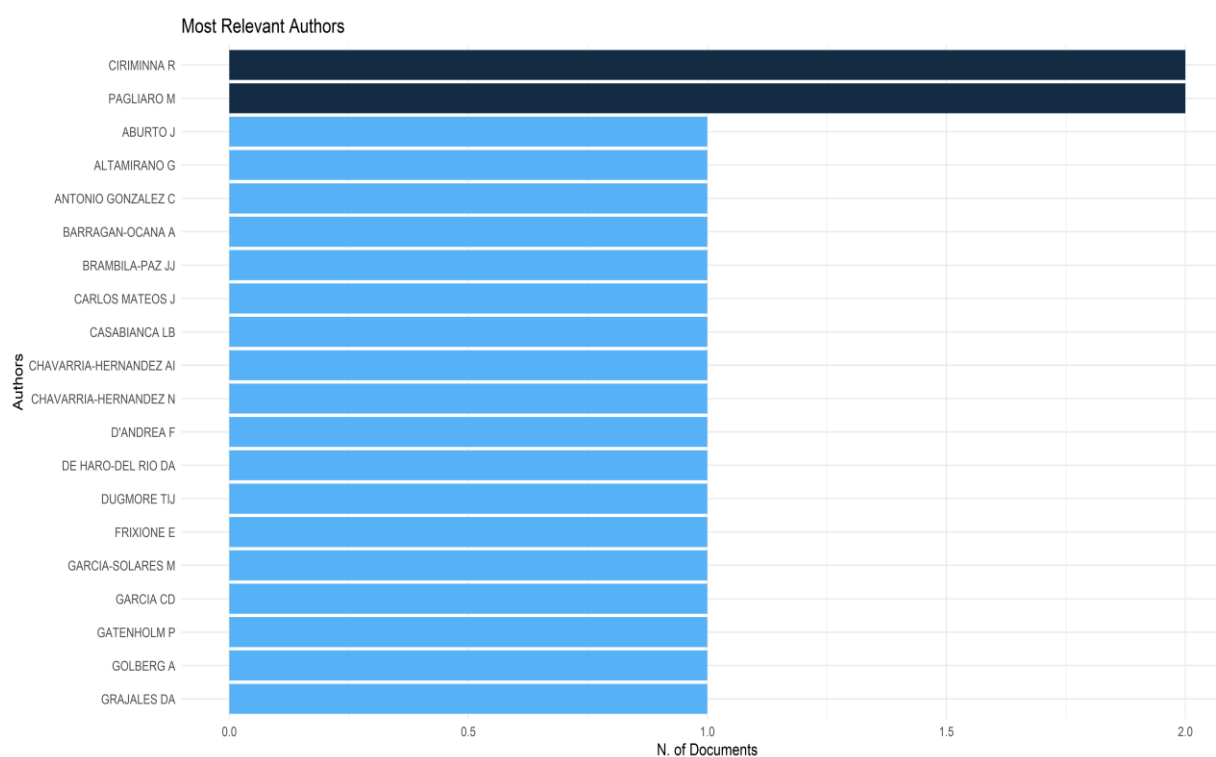
De los autores más relevantes (figura 7) en la producción de trabajos aparecen Rosaria Ciriminna y Mario Pagliaro del Instituto para el Estudio de Materiales Nanoestructurados, CNR, Palermo, Italia, en colaboración con Norberto Chavarría Hernández y Adriana I. Rodríguez Hernández del Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Hidalgo, México.

La importancia de la pectina como un producto natural central en la emergente actividad de biorrefinería que utiliza residuos de frutas como materia prima. además, la pectina, obtenida generalmente de la cáscara de limón o de manzana, se utiliza principalmente como espesante y estabilizador en la industria alimentaria (Ciriminna, Chavarría-Hernández, et al., 2019).

También (Ciriminna, Chavarría-Hernández, et al., 2019; Ciriminna et al., 2015) señalan que la planta de cactus *Opuntia* (nopal), además de ser una fuente de agua y alimentos saludables en las tierras áridas y semiáridas, proporciona servicios ecosistémicos únicos. En la última década, los cladodios, frutos, flores y subproductos de la planta se han convertido en una fuente de valiosos bioproductos, cada vez más utilizados en las industrias farmacéutica, cosmética, alimentaria, de bebidas y nutracéutica.

Al mismo tiempo (Pallagst, Vargas-Hernández, et al., 2019) (Markstedt et al., 2019), es el potencial que puede representar para México la valoración del Nopal, pues a diferencia del primer país del mundo, con más de 3 millones de hectáreas, incluidas las especies de plantas silvestres. Brasil lidera el mundo en términos de hectáreas (600000) dedicadas al cultivo de *Opuntia* (900.000 hectáreas, incluidas las plantas de cactus silvestres), mientras que en México la superficie ocupada por las plantaciones de *Opuntia* actualmente es de unas 230000 hectáreas.

Figura 7. Autores más relevantes en la investigación sobre bioeconomía.



Nota. El gráfico representa a los autores más constantes en la línea del tiempo en investigaciones sobre bioeconomía, elaborado con software Rstudio a partir de los datos Web of Science (2021).

De los resultados obtenido con respecto a las instituciones de filiación de los investigadores que agrupan la producción de artículos científicos en colaboración aparecen: el Instituto Politécnico Nacional con (Ciriminna, Chavarría-Hernández, et al., 2019; Ciriminna et al., 2015) (Jimenez-Sanchez, 2015; Jose Morales-Leal et al., 2019; Manuel Rosales-Colunga & Martinez-Antonio, 2014;

Medina-Molotla et al., 2017), la Universidad de Guadalajara con la Universidad de Kaiserslautern, Alemania (Bentsen et al., 2019) (Bentsen et al., 2019), y las colaboraciones entre el Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Hidalgo, México y el Instituto para el Estudio de Materiales Nanoestructurados, CNR, Palermo, Italia (Bentsen et al., 2019) (figura 8).

Figura 8. Mapa de árbol de las Instituciones de filiación de los autores.



Nota. El grafico ilustra a las instituciones a las que pertenecen los autores de los trabajos sobre bioeconomía, Web of Science (2021).

Al utilizar los resultados de la búsqueda (Web of Science), ser exportados y gestionados con la herramienta Mendeley (Gestor bibliográfico proporcionado por el Sevier), para ser exportados en formato Bibtext (formato de archivo de la Web of Science que permite ser analizado y manipulados con el paquete Bibliometrix del software RStudio), podemos encontrar, que las palabras clave de mayor frecuencia utilizadas por los autores son las de mayor volumen: “extracción, bioeconomía, biorrefinería, biomasa, antioxidantes, Residuos” (Figura 9).

Figura 9. Mapa de palabras de acuerdo con la frecuencia en la que aparecen en los documentos.



Nota. El gráfico ilustra a un mapa de palabras clave donde el volumen de cada vocablo representa a la dicción con mayor frecuencia en los documentos, elaborado con software Rstudio a partir de los datos Web of Science (2021).

Además, también podemos observar en la figura 10, que de las entidades financiadoras el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología – CONACYT en México es quien agrupa el mayor número de registros.

Figura 10. Entidades financiadoras de los autores.



Nota. El gráfico representa a las instituciones financiadoras de los trabajos de investigación de los autores, Web of Science (2021).

CONCLUSIONES.

Tras la revisión en la base de datos de la *Web Of Science*, de los 1, 277 artículos científicos obtenidos, solo 15 tienen relación con México, indicándonos una escasa producción científica, y la necesidad de investigaciones que ofrezcan información sobre la aplicación de bioeconomía en este país.

Por otra parte, al comienzo de este artículo se plantea ofrecer un panorama acerca del estado actual de la bioeconomía y las oportunidades que representa para México, definitivamente de acuerdo con la literatura analizada, los estudios benefician nuevos productos entre los que aparecen el desarrollo de productos como:

- Nuevas energías amigables con el medio ambiente.
- Valoración de biomásas.
- Creación de biotecnologías.
- Biorrefinerías.
- Desarrollo de cultivos de macro y microalgas marinas para elaborar nuevos productos.

Se observa también, a través de los documentos revisados que a nivel mundial en la última década se ha incrementado el interés por el estudio de la bioeconomía principalmente entre instituciones de las regiones del continente americano, asiático, Europeo y Sudamericano (Figura 3).

A esto se añade lo descrito por Nørstebø et al., (2020), al considerar la bioeconomía un camino prometedor para alcanzar múltiples objetivos de desarrollo sostenible, agregando que un rol importante es la participación del sector privado, fundamental para la aplicación con éxito de las iniciativas de la bioeconomía y bioeconomía circular. También considera, que la bioeconomía circular mejorará la competitividad de las empresas mediante el desarrollo de productos, la identificación de nuevos mercados y procesos más sostenibles y la creación de nuevos modelos empresariales.

Un tema ambiguo en la literatura consultada es que poco se aborda sobre que impactos negativos que podría traer al medio ambiente transitar hacia un nuevo modelo de desarrollo basado en el aprovechamiento de los residuos y recursos forestales principalmente.

Por otro lado, y finalmente, todo esto nos indica que en México, es frágil el impulso de políticas que promuevan esta actividad de la bioeconomía y el involucramiento de actores en la elaboración y / o transformación de productos aprovechados de los recursos forestales; a fin de aprovechar las oportunidades que ofrece el territorio mexicano: generación de un nuevo modelo de desarrollo económica más amigable con el medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Asada, R., Krisztin, T., di Fulvio, F., Kraxner, F., & Stern, T. (2020). Bioeconomic transition?: Projecting consumption-based biomass and fossil material flows to 2050. *Journal of Industrial Ecology*, 1–15. <https://doi.org/10.1111/jiec.12988>
2. Barragan-Ocana, A., Silva-Borjas, P., & Olmos-Pena Samuel and Polanco-Olguin, M. (2020). Biotechnology and Bioprocesses: Their Contribution to Sustainability. *PROCESSES*, 8(4). <https://doi.org/10.3390/pr8040436>
3. Bentsen, N. S., Larsen, S., & Stupak, I. (2019). Sustainability governance of the Danish bioeconomy - the case of bioenergy and biomaterials from agriculture. *ENERGY SUSTAINABILITY AND SOCIETY*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s13705-019-0222-3>
4. Brambila-Paz, J. de J., Martinez-Damian, M. A., Rojas-Rojas, M. M., & Perez-Cerecedo, V. (2013). REAL OPTIONS, BIOREFINERIES AND BIOECONOMY: THE CASE OF BIOETHANOL AND SUGAR. *AGROCIENCIA*, 47(3), 281–292.
5. Bullock, R. C. L., Zurba, M., Parkins, J. R., & Skudra, M. (2020). Open for bioenergy business? Perspectives from Indigenous business leaders on biomass development potential in Canada. *ENERGY RESEARCH & SOCIAL SCIENCE*, 64. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101446>

6. Chandrasekhar, K., Kumar, S., Lee, B.-D., & Kim, S.-H. (2020). Waste based hydrogen production for circular bioeconomy: Current status and future directions. *BIORESOURSE TECHNOLOGY*, 302. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.122920>
7. Chen, J., Elsgaard, L., van Groenigen, K., Olesen, J., Liang, Z., Jiang, Y., Laerke, P., Zhang, Y., Luo, Y., Hungate, B., Sinsabaugh, R., & Jorgensen, U. (2020). *Soil carbon loss with warming: New evidence from carbon-degrading enzymes*. <http://www.world>
8. Cheng, F., Bayat, H., Jena, U., & Brewer, C. E. (2020). Impact of feedstock composition on pyrolysis of low-cost, protein- and lignin-rich biomass: A review. *JOURNAL OF ANALYTICAL AND APPLIED PYROLYSIS*, 147. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2020.104780>
9. Cheng, F., Dehghanizadeh, M., Audu, M. A., Jarvis, J. M., Holguin, F. O., & Brewer, C. E. (2020). Characterization and evaluation of guayule processing residues as potential feedstock for biofuel and chemical production. *INDUSTRIAL CROPS AND PRODUCTS*, 150. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112311>
10. Cheng, F., Jarvis, J. M., Yu, J., Jena Umakanta and Nirmalakhandan, N., Schaub, T. M., & Brewer, C. E. (2019). Bio-crude oil from hydrothermal liquefaction of wastewater microalgae in a pilot-scale continuous flow reactor. *BIORESOURSE TECHNOLOGY*, 294. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.122184>
11. Cheng, F., le Doux, T., Treftz, B., Woolf, S., Yu, J., Miller, J., Jena, U., & Brewer, C. E. (2019). Modification of a pilot-scale continuous flow reactor for hydrothermal liquefaction of wet biomass. *METHODS*, 6, 2793–2806. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2019.11.019>
12. Ciriminna, R., Chavarria-Hernandez, N., Rodriguez Hernandez, A. I., & Pagliaro, M. (2015). Pectin: A new perspective from the biorefinery standpoint. *BIOFUELS BIOPRODUCTS & BIOREFINING-BIOFPR*, 9(4), 368–377. <https://doi.org/10.1002/bbb.1551>

13. Ciriminna, R., Chavarría-Hernández, N., Rodríguez-Hernández, A. I., & Pagliaro, M. (2019). Toward unfolding the bioeconomy of nopal (*Opuntia* spp.). *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, *13*(6), 1417–1427. <https://doi.org/10.1002/bbb.2018>
14. Ciriminna, R., Chavarria-Hernandez, N., Rodriguez-Hernandez, A. I., & Pagliaro, M. (2019). Toward unfolding the bioeconomy of nopal (*Opuntia* spp.). *BIOFUELS BIOPRODUCTS & BIOREFINING-BIOFPR*, *13*(6), 1417–1427. <https://doi.org/10.1002/bbb.2018>
15. Dehghanizadeh, M., Cheng, F., Jarvis, J. M., Holguin, F. O., & Brewer, C. E. (2020). Characterization of resin extracted from guayule (*Parthenium argentatum*): A dataset including GC-MS and FT-ICR MS. *DATA IN BRIEF*, *31*. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105989>
16. Garcia-Vargas, M. C., Contreras, M. del M., & Castro, E. (2020). Avocado-Derived Biomass as a Source of Bioenergy and Bioproducts. *APPLIED SCIENCES-BASEL*, *10*(22). <https://doi.org/10.3390/app10228195>
17. IICA. (2013). *Experiencias exitosas en Bioeconomia*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. <http://www.iica.int>.
18. Jimenez-Sanchez, G. (2015). Genomics innovation: transforming healthcare, business, and the global economy. *GENOME*, *58*(12), 511–517. <https://doi.org/10.1139/gen-2015-0121>
19. Jose Morales-Leal, F., de la Rosa, J., Lucio-Ortiz, C. J., de Haro-Del Rio, D. A., Solis Maldonado, C., Wi, S., Casabianca, L. B., & Garcia, C. D. (2019). Dehydration of fructose over thiol- and sulfonic- modified alumina in a continuous reactor for 5-HMF production: Study of catalyst stability by NMR. *APPLIED CATALYSIS B-ENVIRONMENTAL*, *244*, 250–261. <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2018.11.053>
20. le Duc, J. W. (2020). Biocontainment Laboratories: A Critical Component of the US Bioeconomy in Need of Attention. *HEALTH SECURITY*, *18*(1), 61–66. <https://doi.org/10.1089/hs.2020.0002>

21. Levkov, K., Linzon, Y., Mercadal, B., Ivorra, A., Antonio Gonzalez, C., & Golberg, A. (2020). High-voltage pulsed electric field laboratory device with asymmetric voltage multiplier for marine macroalgae electroporation. *INNOVATIVE FOOD SCIENCE & EMERGING TECHNOLOGIES*, *60*. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2020.102288>
22. Luo, Z., Thorp, K. R., & Abdel-Haleem, H. (2019). A high-throughput quantification of resin and rubber contents in *Parthenium argentatum* using near-infrared (NIR) spectroscopy. *PLANT METHODS*, *15*(1). <https://doi.org/10.1186/s13007-019-0544-3>
23. Manuel Rosales-Colunga, L., & Martinez-Antonio, A. (2014). Engineering *Escherichia coli* K12 MG1655 to use starch. *MICROBIAL CELL FACTORIES*, *13*. <https://doi.org/10.1186/1475-2859-13-74>
24. Markstedt, K., Hakansson, K., Toriz, G., & Gatenholm, P. (2019). Materials from trees assembled by 3D printing - Wood tissue beyond nature limits. *APPLIED MATERIALS TODAY*, *15*, 280–285. <https://doi.org/10.1016/j.apmt.2019.02.005>
25. Medina-Molotla, N., Thorsteinsdottir, H., & Frixione Eugenio and Kuri-Harcuch, W. (2017). Some factors limiting transfer of biotechnology research for health care at Cinvestav: A Mexican scientific center. *TECHNOLOGY IN SOCIETY*, *48*, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2016.10.004>
26. Nagarajan, D., Lee, D.-J., Chen, C.-Y., & Chang, J.-S. (2020). Resource recovery from wastewaters using microalgae-based approaches: A circular bioeconomy perspective. *BIORESOURCES TECHNOLOGY*, *302*. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.122817>
27. Nawaz, M. Z., Bilal, M., Tariq, A., Iqbal, H. M. N., Alghamdi, H. A., & Cheng, H. (2020). Bio-purification of sugar industry wastewater and production of high-value industrial products with a zero-waste concept. In *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. Taylor and Francis Inc. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1802696>

28. Nelson, A. D. L., Ponciano, G., McMahan, C., Ilut, D. C., Pugh, N. A., Elshikha, D. E., Hunsaker, D. J., & Pauli, D. (2019). Transcriptomic and evolutionary analysis of the mechanisms by which *P. argentatum*, a rubber producing perennial, responds to drought. *BMC PLANT BIOLOGY*, *19*(1). <https://doi.org/10.1186/s12870-019-2106-2>
29. Nørstebø, V., Svein, & Krøgli, O., Debella-Gilo, M., Perez-Valdes, G. A., Uggen, K. T., Dramstad, W. E., Krøgli, S. O., Debella-Gilo, M., Perez-Valdes, G. A., Uggen, K. T., & Dramstad, W. E. (2020). Identifying Suitable Bioeconomic Cluster Sites—Combining GIS-MCDA and Operational Research Methods. *Environmental Modeling and Assessment*. <https://doi.org/10.1007/s10666-020-09694-x>
30. Pallagst, K., Vargas-Hernández, J., & Hammer, P. (2019). Green innovation areas-En route to sustainability for shrinking cities? *Sustainability (Switzerland)*, *11*(23), 1–17. <https://doi.org/10.3390/su11236674>
31. Pallagst, K., Vargas-Hernandez, J., & Hammer, P. (2019). Green Innovation Areas-En Route to Sustainability for Shrinking Cities? *SUSTAINABILITY*, *11*(23). <https://doi.org/10.3390/su11236674>
32. Perler, L., & Schurr, C. (2020). Intimate Lives in the Global Bioeconomy: Reproductive Biographies of Mexican Egg Donors. *Body & Society*, *0*(0), 1357034X20936326. <https://doi.org/10.1177/1357034X20936326>
33. Ruiz, H. A., Conrad, M., Sun, S.-N., Sanchez Arturo and Rocha, G. J. M., Romani, A., Castro, E., Torres, A., Rodriguez-Jasso, R. M., Andrade, L. P., Smirnova, I., Sun, R.-C., & Meyer, A. S. (2020). Engineering aspects of hydrothermal pretreatment: From batch to continuous operation, scale-up and pilot reactor under biorefinery concept. *BIORESOURCETECHNOLOGY*, *299*. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.122685>

34. Sadhukhan, J., Dugmore, T. I. J., Matharu, A., Martinez-Hernandez, E., Aburto, J., Rahman, P. K. S. M., & Lynch, J. (2020). Perspectives on "Game Changer" Global Challenges for Sustainable 21st Century: Plant-Based Diet, Unavoidable Food Waste Biorefining, and Circular Economy. *SUSTAINABILITY*, 12(5). <https://doi.org/10.3390/su12051976>
35. Shcherbak, A., Tishkov, S., & Karginova-Gubinova, V. (2019). Bioeconomy in Arctic regions of Russia: Problems and prospects. *E3S Web of Conferences*, 135, 3005.
36. Stegmann, P., Londo, M., & Junginger, M. (2020). The circular bioeconomy: Its elements and role in European bioeconomy clusters. *Resources, Conservation & Recycling: X*, 6, 100029. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rcrx.2019.100029>
37. Urmetzer, S., Lask, J., Vargas-Carpintero, R., & Pyka, A. (2020). Learning to change: Transformative knowledge for building a sustainable bioeconomy. *ECOLOGICAL ECONOMICS*, 167. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106435>
38. Urrútia, G., & Bonfill, X. (2010). Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Medicina Clínica*, 135(11), 507–511. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.medcli.2010.01.015>

DATOS DE LOS AUTORES.

1. **José Guadalupe de la Cruz Borrego.** Maestro en Sistemas de Información. Docente e Investigador de la Facultad de Comercio y Administración Victoria de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. Correo electrónico: jborrego@docentes.uat.edu.mx
2. **Frida Carmina Caballero Rico.** Doctora en educación internacional por la Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. Profesora Investigadora en el Centro de Excelencia de la misma institución. Correo electrónico: fcaballer@docentes.uat.edu.mx

RECIBIDO: 14 de mayo del 2021.

APROBADO: 19 de julio del 2021.