



Arturo Pérez Román
Centro de Alta Dirección en Ingeniería y Tecnología, Universidad Anáhuac
docingindus@anahuac.mx



José Martiniano Rocha Ríos
Centro de Alta Dirección en Ingeniería y Tecnología, Universidad Anáhuac
jose.rocha@anahuac.mx



José Antonio Marmolejo Saucedo
Facultad de Ingeniería, Universidad Panamericana
jose.marmolejo@anahuac.mx

Introducción

Muchos países consideran que la generación de energía basada en combustibles fósiles es insostenible a largo plazo. Esto lleva a la búsqueda de diferentes tipos de energía alterna, en particular las que continuamente son reabastecidas por la naturaleza.[1] Biomasa es el término usado para todo material orgánico procedente de plantas, árboles y cultivos y en esencia, es la recolección y almacenamiento de energía solar a través de fotosíntesis. Esta puede servir como materia prima para convertirse en varios combustibles sólidos, líquidos o gaseosos, conocidos también como biocombustibles.[1] Sin embargo, actualmente sólo el biodiesel y el bioetanol son producidos a nivel industrial como combustibles. El desarrollo de la industria de biocombustibles en México impondrá importantes desafíos logísticos en cada etapa de la cadena de suministro de biocombustibles, por lo que el suministro fiable de biomasa de alta calidad a un costo razonable, el establecimiento de prácticas operativas eficientes y el diseño de una firme red de Cadena de Suministro de Biocombustibles (CSB) son factores de suma importancia para el éxito de esta industria naciente.[2, 3] Por esto, es importante documentar qué tipo de trabajos de investigación se están realizando en México sobre la Gestión de la CSB, analizando objetivos, enfoques, avances y herramientas, e identificando el aún amplio campo de oportunidades que se presenta hoy en día. Este trabajo muestra una revisión teórica preliminar de algunas de las investigaciones que se han hecho en México sobre CSB.

Material y Método

Se utilizó una metodología teórica-documental, centrando la atención en estudios realizados en México sobre Gestión de CSB, identificando primero tanto los objetivos generales como los métodos de solución, para posteriormente determinar avances, retos y oportunidades de esta línea de investigación.

Resultados

En la investigación preliminar se obtuvieron y analizaron artículos científicos sobre el estudio de los Biocombustibles y su Cadena de Suministro. Los objetivos generales, así como el método de solución empleado en cada uno de estos trabajos se muestran en el Cuadro 1. La gran variedad de objetivos de estos trabajos los lleva a un diseño de una superestructura que permite una visualización más amplia del modelo particular empleado en cada uno de ellos. La figura 1 muestra los diseños de las superestructuras de algunos de los trabajos más actuales.

Año	Autor	Objetivo	Método
2017	López-Díaz ^[4]	Ubicación óptima de las biorrefinerías considerando la integración sostenible con el medio ambiente.	MINLP
2017	Domínguez-García ^[5]	Planificación óptima de la cadena de suministro de biocombustibles para la aviación en México.	MILP / Multi-objetivo
2016	Santibáñez-Aguilar ^[6]	Evaluación del riesgo financiero y planificación óptima de las cadenas de suministro de biocombustibles bajo incertidumbre.	MILP
2015	Murillo-Alvarado ^[7]	Optimización multi-objetivo de la cadena de suministro de biocombustibles a partir de residuos de la industria del tequila en México.	MILP / Multi-objetivo
2015	Martínez-Guido ^[8]	Reconfiguración óptima de una industria de la caña de azúcar para producir una biorrefinería integrada.	MILP / Multi-objetivo
2014	Santibáñez-Aguilar ^[9]	Planificación y selección de sitios óptimos para biorrefinerías multi-producto distribuidas con objetivos económicos, medioambientales y sociales.	MILP / Multi-objetivo
2014	Rendón-Sagardi ^[10]	Análisis dinámico de viabilidad en la cadena de suministro de etanol para la producción de biocombustibles en México.	SD/CLD

Cuadro 1. Objetivos y métodos de solución matemática abordados en estudios de CSB en México.

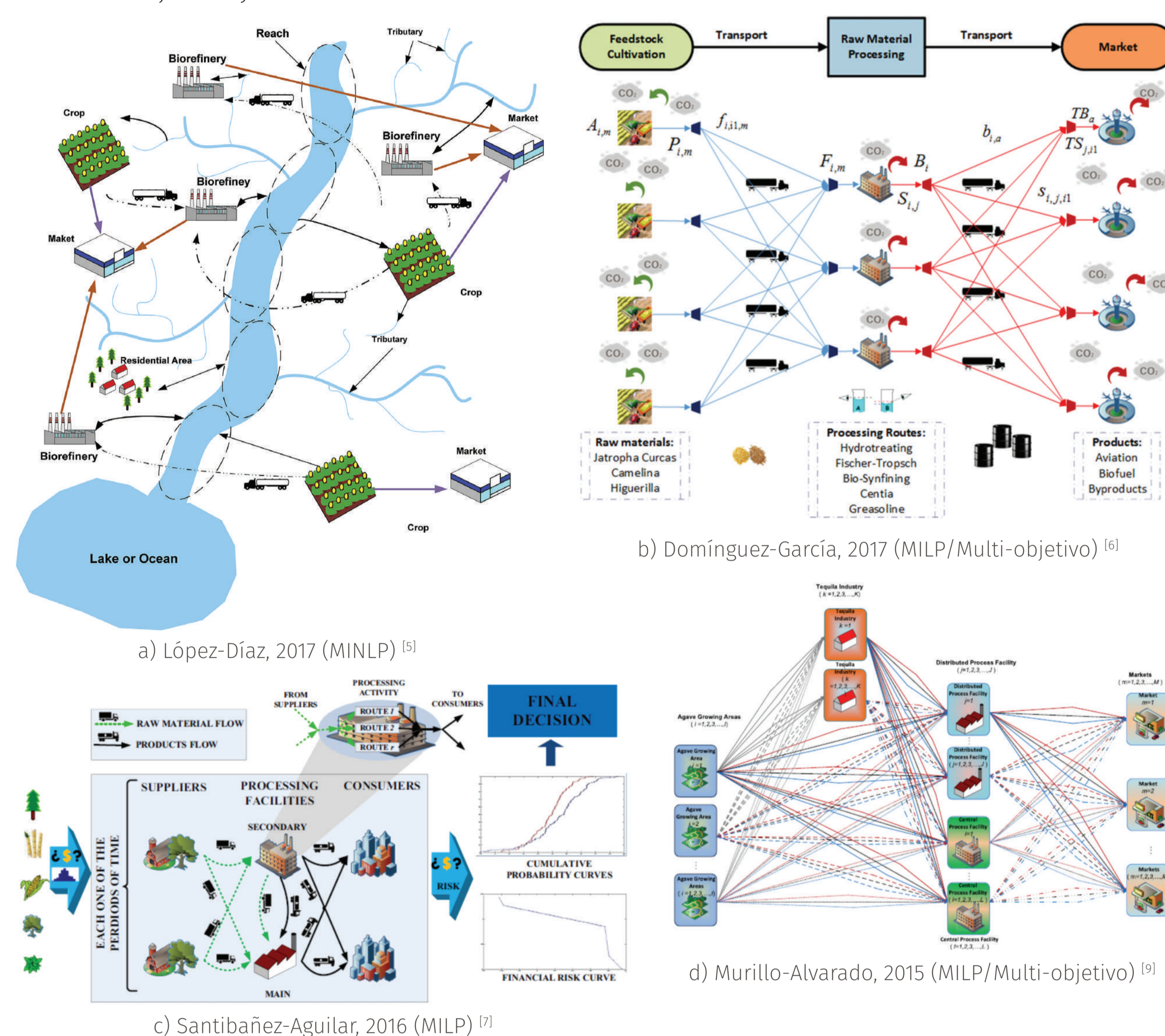


Figura 1. Diseño de superestructuras de cadenas de suministro de biocombustibles en México.

Discusión

Es un desafío para México el desarrollo de una cadena de producción y consumo de biocombustibles competitiva, rentable y sustentable, que sirva como ejemplo de organización e integración productiva. Para esto, es necesario integrar a los proyectos futuros la economía actual del país, así como las nuevas políticas y la reciente reforma energética, a fin de determinar la magnitud de la industria, las tecnologías de conversión dominantes y los cultivos que permitan las mejores condiciones para el aprovechamiento sustentable de los recursos y de los balances energético, económico y ambiental.

Referencias

- Domínguez-García S, et al. Optimal planning for the supply chain of biofuels for aviation in Mexico. Clean Techn Environ Policy. 2017;19(5):1387-1402.
- Ellabban O, Abu-Rub H, Blaabjerg F. Renewable energy resources: Current status, future prospects and their enabling technology. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2014;39:748-764.
- Lim MK, Ouyang Y. Biofuel Supply Chain Network Design and Operations. Springer International Publishing Switzerland. 2016;3:143-162.
- López-Díaz DC, et al. Optimal location of biorefineries considering sustainable integration with the environment. Renewable Energy. 2017:65-77.
- Martínez-Guido SI, et al. Optimal reconfiguration of a sugar cane industry to yield an integrated biorefinery. 2015;18(2):553-562.
- Marvin WA, Daoutidis P. Optimal Supply Chains for Biofuel Production. Elsevier B.V. 2015;36:499-520.
- Murillo-Alvarado PE, et al. Multi-objective optimization of the supply chain of biofuels from residues of the tequila industry in Mexico. Journal of Cleaner Production. 2015;108(A):422-441.
- Rendón-Sagardi MA, et al. Dynamic analysis of feasibility in ethanol supply chain for biofuel production in Mexico. Applied Energy. 2014;123:358-367.
- Santibáñez-Aguilar JE, et al. Financial Risk Assessment and Optimal Planning of Biofuels Supply Chains under Uncertainty. BioEnergy Research. 2016;9(4):1053-1069.
- Santibáñez-Aguilar JE, et al. Optimal planning and site selection for distributed multiproduct biorefineries involving economic, environmental and social objectives. 2014;65:270-294.