

¿Cómo elegir el lugar ideal para una planta de bioetanol? Guía para su localización óptima en México

Enrique Ávila-Soler ¹, Brenda Aracely Ramírez-Barraza ^{2,*} y Arturo Ernesto Mares-Gardea ³

¹ Departamento de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico de Gustavo A. Madero – TECNM, Ciudad de México, México.

² Departamento de Economía, Universidad Autónoma Metropolitana Campus Azcapotzalco, Ciudad de México, México.

³ Dirección General, Instituto Tecnológico de Gustavo A. Madero – TECNM, Ciudad de México, México.

* Autor de correspondencia: barb@azc.uam.mx;

Artículo de divulgación científica

Recibido: 5 de junio de 2025 Aceptado: 19 de julio de 2025 Publicado: 28 de julio de 2025

DOI: <https://doi.org/10.56845/terys.v4i1.470>

Resumen: La ubicación estratégica de una planta de bioetanol es fundamental para maximizar su eficiencia operativa, reducir costos logísticos además de garantizar su sostenibilidad a largo plazo. Este estudio tiene como objetivo desarrollar una guía para determinar la localización óptima de una planta de bioetanol en México, integrando criterios técnicos, logísticos, económicos, sociales y ambientales. La metodología se basa en un enfoque en dos etapas: la macrolocalización se realiza mediante el método de factores ponderados, que permite identificar los estados con mejores condiciones integrales; la microlocalización se lleva a cabo con el método del centro de gravedad, que facilita seleccionar el municipio más adecuado dentro del estado elegido. Se emplean herramientas cuantitativas y geoespaciales, como evaluaciones multicriterio junto con sistemas de información geográfica, para comparar alternativas y modelar escenarios sustentados en datos objetivos. Los resultados permiten identificar zonas con alto potencial para albergar proyectos de bioetanol, optimizar el acceso a recursos naturales e infraestructura, minimizar impactos ambientales negativos así como favorecer la aceptación social. En conclusión, una localización bien fundamentada no solo mejora la rentabilidad del proyecto, sino que también impulsa una transición energética más justa, eficiente y territorialmente equilibrada en México.

Palabras clave: localización industrial; bioetanol; evaluación multicriterio; logística; sostenibilidad

Introducción

A finales de 2006, el precio del petróleo alcanzó su nivel más alto en más de dos décadas, coincidiendo con una serie de fenómenos meteorológicos extremos que reforzaron la evidencia del cambio climático como una amenaza global (Lamy, 2006). Estos eventos marcaron un punto de inflexión en la discusión internacional sobre el uso de combustibles fósiles, el desarrollo sostenible y la necesidad de transitar hacia fuentes de energía más limpias y seguras. Desde entonces, los países han replanteado sus políticas energéticas, reconociendo que la seguridad energética no solo depende del acceso inmediato a fuentes diversas además de estables, sino también de la inversión a largo plazo en tecnologías e infraestructuras que garanticen un suministro sustentable y resiliente, con criterios de eficiencia energética e incorporación de energías limpias, de tal manera que el modelo energético promueva la prosperidad, el desarrollo sostenible y el bienestar (Herrero de Castro, 2016).

Ante la necesidad de diversificar las fuentes energéticas y reducir la dependencia de los combustibles fósiles, las energías renovables como la solar, eólica, geotérmica y las derivadas de la biomasa han adquirido un papel protagónico a nivel global. En este contexto, los biocombustibles, definidos como aquellos combustibles obtenidos directa o indirectamente a partir de biomasa; estos se clasifican en primera, segunda y tercera generación, según el tipo de materia prima y el proceso tecnológico utilizado.

Los biocombustibles de primera generación se producen a partir de cultivos agrícolas tradicionales como la caña de azúcar, el maíz, el trigo, la palma aceitera, la soya, entre otros, que también son utilizados en la alimentación humana o animal. En este grupo se encuentran el biodiésel, el bioetanol y el biogás, que han sido los más desarrollados y comercializados en las últimas décadas.

Los de segunda generación se obtienen a partir de biomasa lignocelulósica, es decir, residuos agrícolas, forestales e industriales que no compiten directamente con los alimentos; y los de tercera generación emplean cultivos energéticos avanzados, como microalgas (Alejos y Calvo, 2015).

Entre los biocombustibles de primera generación, el bioetanol se ha consolidado como uno de los más utilizados a nivel mundial. Se trata de etanol (C_2H_5OH) producido por métodos biológicos, utilizado principalmente como aditivo para la gasolina, aunque también existen motores que funcionan con etanol anhidro. Su producción implica tecnologías clave como la fermentación microbiana de azúcares, el pretratamiento de carbohidratos (como almidón y celulosa), la destilación del caldo de fermentación hasta la deshidratación final del producto (Chisti y Karimi, 2024).

Estados Unidos y Brasil lideran la producción mundial de bioetanol, representando conjuntamente más del 80 % del total (Renewable Fuels Association, 2024). La Agencia Internacional de Energía proyecta un aumento de 30 % en la demanda de biocombustibles para 2028 (IEA, 2023). En México, se estima que la producción alcance 128.4 millones de litros en 2025, aunque enfrenta retos como falta de infraestructura (SENER, 2020). El crecimiento del mercado mundial de bioetanol se estima a una tasa compuesta anual de 5.1 % hacia 2032 (Precedence Research, 2023). Este impulso responde a políticas de transición energética hacia la reducción de emisiones.

Dado este panorama, surge la necesidad de identificar los factores estratégicos para la localización óptima de una empresa dedicada a la producción de bioetanol. Esta decisión debe considerar no solo aspectos técnicos, económicos, ambientales, logísticos y regulatorios, con el fin de maximizar su viabilidad y contribuir al desarrollo sostenible.

La localización de plantas es un proceso estratégico mediante el cual una empresa selecciona el sitio óptimo para establecer una instalación productiva, considerando factores como la proximidad a materias primas, acceso a mercados, infraestructura disponible, costos operativos, y aspectos sociales y ambientales. Se busca maximizar la eficiencia operativa, reducir costos logísticos y operativos, y asegurar la sostenibilidad del proyecto a largo plazo (Gothwal y Saha, 2015). La elección del sitio para plantas de bioetanol se ha abordado en la literatura mediante distintos enfoques, como el Análisis de Proceso Jerárquico (AHP), el Proceso Analítico de Red (ANP), métodos GIS (Sistemas de Información Geográfica), y modelos combinados. Estos métodos permiten integrar criterios técnicos, económicos, ambientales y sociales de manera objetiva y reproducible (Saaty, 2008; Malczewski, 2006). La integración de GIS con análisis multicriterio facilita la visualización espacial y el manejo de grandes bases de datos, mejorando la precisión y la planificación estratégica (Malczewski y Rinner, 2015). Adicionalmente, la evaluación de impactos sociales y ambientales es crucial para garantizar la aceptación comunitaria y minimizar conflictos por uso de recursos naturales, contribuyendo así a la sostenibilidad del proyecto (Pereira *et al.*, 2021). Las experiencias internacionales, especialmente en Brasil y Estados Unidos, demuestran la necesidad de equilibrar la proximidad a materias primas, la infraestructura y la conectividad con los mercados, bajo políticas públicas que apoyen el desarrollo regional y energético (Goldemberg, 2007).

La relevancia global de la localización de plantas productoras de bioetanol radica en su contribución directa a la seguridad energética y a la reducción de emisiones contaminantes. De acuerdo con la Agencia Internacional de Energía (IEA), se espera que la demanda de biocombustibles aumente en 38 mil millones de litros entre 2023 y 2028, lo que representa un incremento cercano al 30% respecto al período anterior, consolidando al bioetanol como un componente esencial en la transición hacia fuentes de energía más sostenibles (IEA, 2023). En este contexto, la correcta ubicación de las plantas es clave para maximizar la eficiencia operativa, reducir costos y minimizar impactos ambientales, siendo fundamentales aspectos como la cercanía a fuentes de biomasa, la disponibilidad de infraestructura adecuada y la integración con redes logísticas y de distribución (Chandel *et al.*, 2019). Esta visión estratégica es un factor determinante en el éxito de los proyectos de bioetanol a nivel global.

En México, la localización de plantas de bioetanol es clave para aprovechar recursos naturales y promover el desarrollo económico local. Además, SAGARPA ha impulsado siete plantas con capacidad de 42.2 millones de litros anuales, apoyando cultivos como caña de azúcar y palma de aceite (SAGARPA, 2017). Estas acciones buscan optimizar la eficiencia, reducir costos y contribuir a la sostenibilidad energética regional. Desde 2005, México cuenta con la Ley de Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar, que regula el aprovechamiento de la caña para la producción de biocombustibles, a caña de azúcar tiene un alto rendimiento de producción de etanol. En México, se producen anualmente más de 55.5 millones de toneladas de caña de azúcar, una cantidad significativa que respalda la producción de biocombustibles (SAGARPA, 2024).

México cuenta con regiones de alto potencial para el desarrollo de bioetanol. Estados como Veracruz (sorgo dulce, caña de azúcar), Sonora (a partir de remolacha azucarera y sorgo dulce) y Chiapas (productos agrícolas no comestibles

como aceite de jatropha curcas, aceite de palma y aceite reciclado) reúnen condiciones favorables (clima, recursos agrícolas, infraestructura) que deben evaluarse mediante metodologías objetivas como las aquí presentadas, a fin de orientar inversiones estratégicas que impulsen el desarrollo regional (Gobierno de México, 2015; Primera plana digital, 2016; Expansión, 2010). Para el año 2024, el estado de Sonora tuvo una producción de 226,764.86 ton de sorgo forrajero verde, Veracruz produjo 31,263.59 ton de sorgo y de 2023 a 2024 tuvo una producción de 20 millones de toneladas de caña de azúcar (SIAP, 2025; Salazar, 2024).

La instalación plantas de biocombustibles contribuye al desarrollo económico rural, mejora ingresos, reduce emisiones del transporte y promueve el uso sostenible de recursos locales (Montaño-Herrera *et al.*, 2021). En consecuencia, esta guía presenta una metodología estructurada para seleccionar el sitio óptimo para una planta de bioetanol en México, de segunda generación integrando análisis multicriterio además de herramientas geoespaciales. La metodología integra dimensiones económicas, técnicas, sociales y ambientales, mediante un proceso riguroso y replicable que impulsa una transición energética eficiente, justa y sostenible.

Desarrollo

El proceso de determinar dónde instalar una planta de bioetanol no es arbitrario: requiere el análisis riguroso de información económica, geográfica, social y ambiental. Para lograr una decisión eficiente, se utilizó una metodología en dos etapas basada en herramientas cuantitativas: el método de factores ponderados, así como el método del centro de gravedad (Figura 1).

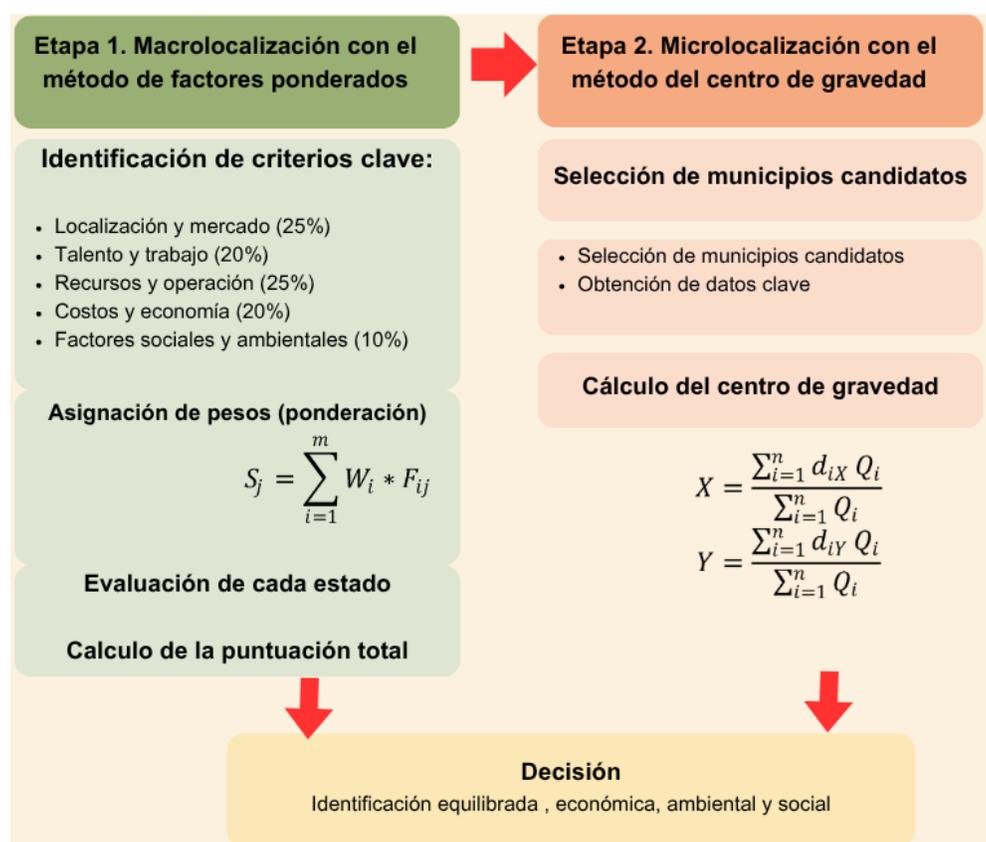


Figura 1. Proceso para determinar la localización de una planta de Bioetanol.

Etapa 1: Macrolocalización con el método de factores ponderados

En esta primera etapa se evalúa qué entidad federativa del país reúnen las mejores condiciones para albergar una planta de bioetanol. Para ello se emplea el método de factores ponderados, una herramienta que permite comparar distintas alternativas (en este caso, entidades federativas) tomando en cuenta diversos criterios de decisión.

¿Cómo funciona este método?

1. Identificación de criterios clave: Se eligieron cinco factores que influyen en la viabilidad del proyecto:
 - Localización y mercado (25%): corresponde a la cercanía a consumidores y redes de transporte.
 - Talento y trabajo (20%): evalúa la disponibilidad de mano de obra calificada de la región.
 - Recursos y operación (25%): mide el acceso a materia prima e infraestructura industrial.
 - Costos y economía (20%): representa los incentivos fiscales, costos laborales y de energía.
 - Factores sociales y ambientales (10%): indica la aceptación comunitaria e impacto ecológico en la región.
2. Asignación de pesos (ponderación): A cada factor se le asignó un porcentaje según su relevancia, lo que permite priorizar algunos aspectos sobre otros.
3. Evaluación de cada estado: Para cada uno de los estados analizados, se asignó una calificación del 1 al 10 en cada criterio.
4. Cálculo de la puntuación total: Se usó la siguiente fórmula:

$$S_j = \sum_{i=1}^m W_i * F_{ij} \quad (1)$$

Donde: S_j Puntuación global de cada alternativa j ; W_i Es el peso ponderado de cada factor i ; F_{ij} es la puntuación de las alternativas j para cada uno de los factores (Lazzari *et al.*, 1994). En este contexto i representa los cinco factores ponderados, por su parte, j indica los estados evaluados.

¿Qué se logró? Con este método se identifican los estados que reúnen las mejores condiciones combinadas, dando paso a un análisis más detallado dentro del estado mejor evaluado.

En la Tabla 1 se presenta el resultado del método de factores ponderados del Estado de México, el cual obtuvo una puntuación total de 76 puntos, lo cual refleja un nivel competitivo en los factores evaluados.

Tabla 1 . Método de factores ponderados para el estado de México.

Factor de localización	Peso ponderado del factor % W_i	Puntuación F_{ij}	Peso ponderado por la puntuación $W_i * F_{ij}$
Localización y mercado	25%	78	19.5
Talento y trabajo	20%	75	15
Factores de costos y economía	20%	61	12.2
Factores sociales y ambientales	10%	68	6.8
Total	100%	372	76

Etapa 2: Microlocalización con el método del centro de gravedad

Una vez seleccionado el estado más adecuado, el siguiente paso es identificar el municipio óptimo donde ubicar la planta. Para ello se emplea el método del centro de gravedad, una técnica matemática útil para optimizar la ubicación de instalaciones. ¿Cómo funciona?

1. Selección de municipios candidatos: Se eligen n- cantidad de municipios del estado, los municipios designados destacan por su conectividad, recursos y factibilidad de operación.
2. Obtención de datos clave: De cada municipio se recuperaron:
 - Sus coordenadas geográficas (longitud y latitud).
 - Su población, usada como indicador de demanda o fuerza laboral.
3. Cálculo del centro de gravedad: Se calcularon las coordenadas promedio ponderadas por población, lo que señala el punto más eficiente para ubicar la planta, se emplearon las siguientes formulas:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n d_{iX} Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i} \quad (2)$$

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^n d_{iY} Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i} \quad (3)$$

Donde, d_{iX} y d_{iY} corresponden a las coordenadas cartesianas de la ubicación i ; Q_i es el peso de la ubicación i , determinado por la población del municipio (Render y Heizer, 2014). Por ejemplo, en la Tabla 2 se muestran los datos necesarios para la obtención del punto óptimo en el estado de México.

Tabla 2. Método del centro de gravedad para el Estado de México.

Zona	Municipio	Población (Q_i)	Coordenada X (d_{iX})	Coordenada Y (d_{iY})	$d_{iX} \cdot Q_i$	$d_{iY} \cdot Q_i$
Norte	Jilotepec	71,624	19.951944	-99.532778	1,429,038.037	-7,128,935.691
Este	Texcoco	35,491	19.500000	-98.880000	692,074.500	-3,509,350.080
Centro	San Mateo Atenco	97,418	19.267600	-99.532100	1,877,011.057	-9,696,218.118
Oeste	Villa Allende	53,275	19.374700	-100.147500	1,032,187.143	-5,335,358.063
Sur	Tlatlaya	32,997	18.616944	-100.208056	614,303.301	-3,306,565.224
Total		290,805			5,644,614.038	-28,976,427.18

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n d_{iX} Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i} = \frac{5,644,614.038}{290,805} = 19.4098 \quad (4)$$

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^n d_{iY} Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i} = \frac{-28,976,427.18}{290,805} = -99.6206 \quad (5)$$

Los resultados de las coordenadas (19.4098, -99.6206) cae en el municipio de Ocoyoacac, Estado de México, justo entre Lerma y la zona de Santa Fe (CDMX), lo cual lo convierte en un lugar central entre los municipios considerados, especialmente respecto a San Mateo Atenco (centro) y los municipios del norte y sur. Este punto está ubicado estratégicamente de modo que minimiza la distancia ponderada a todos los municipios incluidos.

El resultado es la identificación de un punto geográfico estratégicamente ubicado dentro del estado, que permite minimizar los costos de transporte, facilitar el acceso a recursos humanos y optimizar la distribución del producto final.

El resultado de este proceso no es solo encontrar un lugar en el mapa. Se trata de identificar la opción más equilibrada entre economía, medio ambiente y bienestar social. Una planta bien ubicada puede reducir significativamente los costos de operación, asegurar el suministro constante de materia prima al mismo tiempo, generar beneficios para la comunidad local.

El enfoque utilizado presenta diversas ventajas, entre ellas su objetividad, ya que se basa en datos concretos y no en suposiciones; su carácter multicriterio, al considerar de forma simultánea factores económicos, sociales y logísticos; y su reproducibilidad, lo que permite aplicar esta metodología en otros proyectos industriales o del sector energético con resultados consistentes.

En cuanto a las tendencias actuales, el interés por los biocombustibles como el bioetanol está creciendo rápidamente, impulsado por la necesidad global de reducir la dependencia de los combustibles fósiles y mitigar el cambio climático. Esto ha llevado a que cada vez más gobiernos además de empresas inviertan en estudios y tecnologías para ubicar estas plantas en lugares estratégicos. Se espera que, en los próximos años, las decisiones de localización consideren no solo aspectos técnicos o económicos, sino también criterios sociales y de justicia ambiental, en línea con los objetivos globales de sostenibilidad.

Conclusiones

La elección del sitio ideal para una planta de bioetanol en México no puede dejarse al azar; exige un proceso riguroso, fundamentado en herramientas analíticas capaces de ponderar múltiples dimensiones. Esta guía demuestra que la combinación de metodologías cuantitativas con criterios estratégicos permite obtener resultados eficientes, reproducibles y sostenibles.

La localización óptima se construye mediante análisis jerárquicos. La metodología empleada permite reducir de forma sistemática el conjunto de alternativas hasta identificar el punto geográfico más conveniente. Esta secuencia garantiza decisiones fundamentadas en evidencia y no en suposiciones.

En la etapa de macrolocalización se identifican las regiones con mayores ventajas competitivas. A través del método de factores ponderados, se evalúan cinco dimensiones clave: cercanía al mercado, disponibilidad de talento, recursos e infraestructura, costos operativos, condiciones sociales y ambientales. Al asignar pesos diferenciados a cada criterio, es posible priorizar los estados con el balance más favorable para la instalación de la planta.

La microlocalización permite afinar la decisión en términos de eficiencia logística y operativa. Una vez seleccionado el estado más viable, el método del centro de gravedad facilita la elección del municipio óptimo al considerar la distribución espacial de la población como indicador de demanda y disponibilidad de mano de obra, lo que contribuye a reducir costos de transporte mejorando la eficiencia del proyecto.

Este enfoque multidimensional facilita decisiones sostenibles, ya que no solo identifica el punto más rentable, sino también el más equilibrado entre viabilidad técnica, eficiencia económica, impacto ambiental y aceptación social. Así, una planta estratégicamente ubicada no solo mejora su desempeño operativo, sino que también genera beneficios tangibles para las comunidades locales.

En un contexto de transición energética, la localización de plantas debe alinearse con principios de sostenibilidad y justicia ambiental. Esto implica considerar la equidad social, la resiliencia territorial y la mitigación de impactos ecológicos en consonancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

En conclusión, esta guía demuestra que la localización óptima de una planta de bioetanol es alcanzable mediante herramientas rigurosas que integren de forma simultánea criterios económicos, sociales, técnicos y ambientales. Este enfoque no solo fortalece la rentabilidad de un proyecto, sino que también contribuye a una transición energética más justa, sostenible y territorialmente equilibrada para México.

Bibliografía

- Alejos, C., & Calvo, E. (2015). Biocombustibles de primera generación. *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química*, 18(2), 19–30. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/11784>
- Chandel, A. K., Garlapati, V. K., Singh, A. K., Antunes, F. A. F., & da Silva, S. S. (2019). The path forward for lignocellulose biorefineries: Bottlenecks, solutions, and perspective on commercialization. *Bioresource Technology Reports*, 8, 100235. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2019.100235>
- Expansión (2010). *Planta de biocombustible abre en Chiapas*. <https://expansion.mx/obras/2010/11/29/construccion-chiapas-biodiesel-energia>
- Chisti, Y., & Karimi, K. (2024). Bioethanol Production. In *Encyclopedia of Sustainable Technologies, Second Edition: Volumes 1-4*, 279–294. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90386-8.00017-6>
- Gobierno de México (2015). *Inauguran planta piloto para producción de bioetanol a base de sorgo dulce en Veracruz*. <https://www.gob.mx/agricultura%7CVeracruz/articulos/inauguran-planta-piloto-para-produccion-de-bioetanol-a-base-de-sorgo-dulce-en-veracruz-137290>
- Goldemberg, J. (2007). Ethanol for a sustainable energy future. *Science*, 315(5813), 808-810. <https://doi.org/10.1126/science.1137013>
- Gothwal, S., & Saha, R. (2015). Plant location selection of a manufacturing industry using analytic hierarchy process approach. *International Journal of Services and Operations Management*, 22(2), 235–255. <https://doi.org/10.1504/IJSOM.2015.071531>
- Herrero de Castro, R. D. (2016). La seguridad energética y la estrategia global de seguridad de la Unión Europea. *Revista UNISCI*, 42. <http://dx.doi.org/10.5209/RUNI.53788>
- IEA. (2023). “Renewables 2023”. *International Energy Agency*. <https://www.iea.org/reports/renewables-2023>
- Lamy, J. (2006). *De un G8 al otro: seguridad energética y cambio climático*. <https://www.diplomatie.gouv.fr/IMG/pdf/0604-LAMY-Esp.pdf>
- Lazzari, L. L., Machado, E. A., & Pérez, R. H. (1994). *Matemática borrosa: técnicas de gestión para el tratamiento de la incertidumbre*. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Económicas.

- Malczewski, J. (2006). GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. *International Journal of Geographical Information Science*, 20(7), 703–726. <https://doi.org/10.1080/13658810600661508>
- Malczewski, J., & Rinner, C. (2015). *Multicriteria Decision Analysis in Geographic Information Science*. (Vol. 1, pp. 55-77). New York: Springer.
- Montaño-Herrera, M., Rodríguez-Vázquez, R., & Reyes-Gómez, V. M. (2021). Potencial de residuos agrícolas para biocombustibles en México. *Energy*, 237, 121593. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121593>
- Pereira, L., Schneider, M., & Carvalho, L. (2021). Social and environmental justice in bioenergy: Assessing local impacts of bioethanol production. *Energy Policy*, 156, 112374. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112374>
- Precedence Research. (2023). "Bioethanol Market Size, Share, and Trends 2025 to 2034". <https://www.precedenceresearch.com/bioethanol-marketprecedenceresearch.com+4precedenceresearch.com+4precedenceresearch.com+4>
- Primera plana digital (2016). "Sonora tiene potencial para producir bioetanol, afirma investigador" <https://www.primeraplanadigital.com.mx/sonora-tiene-potencial-para-producir-bioetanol-afirma-investigador/>
- Render, B., & Heizer, J. (2014). Principios de administración de operaciones. (Novena ed., Vol. 1). México: Pearson Educación.
- Renewable Fuels Association. (2024). "2024 Ethanol Industry Outlook". https://d35t1syewk4d42.cloudfront.net/file/2666/RFA_Outlook_2024_full_final_low.pdf35t1syewk4d42.cloudfront.net
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83-98. <https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590>
- Salaza, M. (2024). 17 de los 18 ingenios azucareros de Veracruz comienzan zafra durante 6 meses [MAPA]
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP] (2025). *Avance de Siembras y Cosechas*. https://nube.agricultura.gob.mx/avance_agricola/
- Secretaría de Energía (SENER). (2020). "Prospectiva de energías renovables 2020–2034". Gobierno de México <https://www.gob.mx/sener>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA]. (2017). "Impulsa SAGARPA producción de biocombustibles en México". <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/impulsa-sagarpa-produccion-de-biocombustibles-en-mexico>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA]. (2024). "Biocombustibles derivados de la caña de azúcar". <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/biocombustibles-derivados-de-la-cana-de-azucar?idiom=es#:~:text=Conoce%20c%C3%B3mo%20se%20produce%20este,contexto%20de%20la%20sostenibilidad%20energ%C3%A9tica.&text=En%20M%C3%A9xico%2C%20gracias%20al%20trabajo,una%20opci%C3%B3n%20prometedora%20y%20sostenible.>