

Biomasa

Una **alternativa sostenible**
para la producción de **energía**



Alejandro Barragán Ocaña (coordinador)

México: Editores y Viceversa, 2025.

18x25 cm

ISBN: 978-607-59696-8-8

2. Divulgación de la ciencia

D.R. © 2025 Alejandro Barragán Ocaña (Coordinador)

Biomasa: una alternativa sostenible para la producción de energía

Primera edición—Ciudad de México

Editores y Viceversa

ISBN: 978-607-59696-8-8

Número de afiliación CANIEM: 3962

Diseño de portada e ilustraciones: Christopher Ariel Zorrilla Gutiérrez

Todos los Derechos Reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, la copia o la grabación sin la previa autorización por escrito de los editores.

Se agradece el apoyo otorgado por parte del Instituto Politécnico Nacional a través de la Secretaría de Investigación y Posgrado mediante los proyectos SIP 20240867 y 20241812.

Biomasa

Una **alternativa sostenible**
para la producción de **energía**

Alejandro Barragán Ocaña -Instituto Politécnico Nacional

María de los Ángeles Olvera Treviño – Universidad Nacional Autónoma de México

Ed-Yeremai Hernandez Cardona -Instituto Politécnico Nacional

Ma. de la Paz Silva Borjas -Instituto Politécnico Nacional

Mirtza Polanco Olguín -Instituto Politécnico Nacional

Jessica Mariela Tolentino Martínez – Universidad Nacional Autónoma de México

Jésica Alhelí Cortés Ruiz -Instituto Politécnico Nacional

Samuel Olmos Peña – Universidad Autónoma del Estado de México

Ilustrado por

Christopher Ariel Zorrilla Gutiérrez



VICEVERSA

Glosario

1. **Fuentes fósiles:** Son hidrocarburos que se originaron a partir de la descomposición de materia de origen animal o vegetal a lo largo de millones de años, bajo fuertes presiones y temperaturas. Entre ellos destacan elementos como el carbón o el petróleo.¹
2. **Biomasa:** Se refiere a materia orgánica que puede provenir, por ejemplo, de fuentes vegetales o animales.²
3. **Sostenible:** Denota la importancia del desarrollo económico bajo los preceptos de cuidado ambiental con equidad social.³
4. **Acuerdo de París:** Representa un tratado que se generó en el marco de las Naciones Unidas (ONU) que busca promover la cooperación internacional para avanzar en la mitigación del cambio climático y sus efectos.⁴
5. **Descarbonizar:** Disminuir el empleo de combustibles de origen fósil para mitigar la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) asociados al cambio climático.⁵
6. **Biocombustible:** Combustible que proviene o se fabrica de material biológico.⁶
7. **Gases de efecto invernadero:** Son gases como el CO₂ (dióxido de carbono), el CH₄ (metano) y otros asociados al avance del calentamiento global.⁷
8. **Bioenergía:** Es aquella energía que se produce a partir de fuentes renovables y naturales, además de representar una alternativa sostenible para su generación y empleo.⁸
9. **Química verde:** Es una parte de la química que se concentra en el uso de recursos naturales, preservando el empleo de energía y otras materias primas escasas para desarrollar procesos sostenibles y amigables con el ambiente, donde la participación de actores provenientes de la industria, la academia y el Gobierno resulta fundamental.⁹
10. **Bioeconomía:** Es un concepto que ha evolucionado desde una perspectiva del empleo de conocimientos y recursos biológicos a favor del sector productivo hacia uno donde la innovación en ciencias de frontera, por ejemplo la biotecnología, ha permitido generar soluciones de vanguardia en áreas como la salud, la energía, entre otras.¹⁰



**Bionikté:**

¿Sabías que la mayor parte de la energía que utilizamos en todo el mundo viene de fósiles? Por ejemplo el petróleo y el carbón.

**Teknisofi:**

Sí. Hay energías renovables como las que se producen a partir de biomasa y son una alternativa sostenible y con potencial importante de participación en el mercado de producción de energía.

**Bionikté:**

¡Así es! Hoy las energías renovables no son empleadas con todo su potencial y podrían usarse mucho más. Sin embargo, hay retos técnicos y políticos para lograr la generación y el empleo a mayor escala.^{11, 12, 13}

**Teknisofi:**

Pero es importante decir que ha habido esfuerzos por avanzar hacia otro tipo de energías, como el Acuerdo de París que plantea que debemos “descarbonizar” la forma en que producimos y utilizamos energía.

**Bionikté:**

Por eso es necesario producir energías limpias con la promoción de la investigación y desarrollo (I+D). Un ejemplo son las llamadas energías solar y eólica que son más económicas y accesibles.

**Teknisofi:**

Sí, aunque existen retos en política, mercado y aspectos técnicos. Además, estas nuevas formas de producir energía aún no logran alcanzar los mismos resultados que los obtenidos a través de fuentes de energía convencionales. ^{14, 15, 16}



**Bionikté:**

A pesar de que fuentes de energía renovables como la eólica y la solar aún mantienen una participación reducida en la producción total de energía, sus expectativas de producción son relevantes.

**Teknisofi:**

Las energías que se producen a partir de recursos biológicos se pueden emplear de diversas formas. Estas fuentes incluyen recursos acuáticos y terrestres como leña, maíz, algas y algunos microorganismos.^{17, 18, 19}

**Bionikté:**

Hay otro tipo de tecnologías que son amigables con el ambiente, algunas que usan hidrógeno, biocombustibles o producen energía geotérmica. Aunque también con ellas hay grandes retos técnicos y de mercado.^{20, 21}



**Teknisofi:**

Hay una gran demanda de energía en todo el mundo, por ello debemos buscar la forma de producir energía limpia y sostenible. Así que debemos tomar en cuenta a la sociedad, el ambiente y la economía.²²

**Bionikté:**

¡Una buena idea es generar biomasa! Así se pueden aprovechar cultivos alimenticios, desperdicios, malezas y otros crecimientos silvestres.²³

**Teknisofi:**

Aprovechar los residuos es una excelente idea para producir la energía que necesita la sociedad y la industria. Así se podrán frenar las emisiones de gases de efecto invernadero e impulsar el uso de varias fuentes de desechos.²⁴

**Bionikté:**

Así es, la biomasa es dinámica y se puede aplicar de muchas maneras dependiendo de sus fuentes y usos: desde la alimentación hasta la producción agrícola e industrial.²⁵

**Teknisofi:**

De hecho, la biomasa puede hacer que avancen mucho las energías renovables porque se puede transformar en biocombustibles como gas, algunos de interés industrial, combustibles líquidos y otras formas de energía.

**Bionikté:**

Sí, además también se pueden producir de forma sostenible energías secundarias como el hidrógeno con la biomasa y sus derivados.^{26, 27, 28}



Teknisofi:

Pero hay que tomar en cuenta que para producir bioenergía es necesario seguir muchos pasos y procesos, por ejemplo: la cosecha, el pretratamiento y procesamiento. Por eso es muy importante tener la tecnología para generar este tipo de energía.²⁹



Bionikté:

Sin duda, la biomasa es un insumo alternativo para la producción de hidrógeno y etanol de forma sostenible.^{30, 31}



Teknisofi:

Decíamos que los procesos son muy importantes porque por ejemplo usar bioetanol de primera generación hecho con productos como el maíz o la caña de azúcar sería muy costoso y aparte pondría en riesgo esos alimentos. En cambio, un proceso que podría ser más económico y sostenible sería la obtención de bioetanol de segunda generación con biomasa lignocelulósica; por ejemplo: con desechos de madera y vegetación. Aunque todavía esto no es eficiente porque es muy difícil procesarla.³²





Bionikté:

El bioetanol es el biocombustible líquido más utilizado y además es muy importante porque mitiga la contaminación. También es una opción a los combustibles tradicionales, aunque todavía enfrenta distintas barreras para su comercialización.^{33, 34}



Teknisofi:

Las algas son otra opción para obtener biocarburantes. Tienen muchas ventajas como el tratamiento de aguas residuales mientras se genera energía.³⁵ Por ahora los combustibles fósiles son los más usados a nivel mundial, aunque no se debe olvidar que son un recurso finito y no renovable.³⁶



Bionikté:

La energía es fundamental para la sociedad y la economía.³⁷ Por ello las energías renovables son muy importantes para lograr la gestión sostenible.³⁸



Teknisofi:

Existen instrumentos para evaluar la sostenibilidad cuando se genera electricidad con fuentes renovables. Se miden por ejemplo los precios, las emisiones contaminantes, con qué tecnología contamos, la eficiencia, los recursos y el impacto social.³⁹



Bionikté:

También hay que tomar en cuenta costos y qué tan rentable es producir biocombustibles líquidos como el biodiesel y el bioetanol. Esto dependerá del lugar geográfico, de la disponibilidad de la biomasa, de la tecnología que se tenga y de las políticas del gobierno.⁴⁰



Teknisofi:

Los biocombustibles gaseosos son muy importantes para el sector del transporte, por eso su avance será crucial para brindar mejores precios. ^{41, 42}



Bionikté:

Sí, para procesar la biomasa con éxito y obtener biocombustibles y otros productos bioquímicos para la industria, además de productos de valor agregado, hay que desarrollar la biorrefinería e incluir técnicas de química verde y otras que tengan poco impacto ambiental; así se hará crecer la bioeconomía sostenible. ^{43, 44, 45}



**Teknisofi:**

Por eso es importante conocer qué opciones hay para producir energías renovables. Con el avance de la tecnología podremos usar cada vez más invenciones para el beneficio social y el desarrollo económico.

**Bionikté:**

Así es, hay que seguir conversando para descubrir y entender cómo las nuevas tecnologías pueden hacer que se avance muchísimo en el desarrollo sostenible a favor de la sociedad. ¡Nos veremos pronto con un nuevo tema!



Referencias

- 1.- Keleş, S. (2011). Fossil Energy Sources, Climate Change, and Alternative Solutions. *Energy Sources*, 33, 1184-1195. <https://doi.org/10.1080/15567030903330660>
- 2.- Bonechi, C., Consumi, M., Donati, A., Leone, G., Magnani, A., Tamasi, G. y Rossi, C. (2017). Biomass: An overview in Dalena, F., Basile, A. y Rossi, C. (Ed.) *Bioenergy Systems for the Future: Prospects for Biofuels and Biohydrogen* (pp 3-42). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101031-0.00001-6>
- 3.- Sikdar, S.K. (2004). Science of sustainability. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 7, 1-2 <https://doi.org/10.1007/s10098-004-0261-z>
- 4.- Falkner, R. (2016). The Paris Agreement and the new logic of international climate politics. *International Affairs*, 5, 1107-1125. <https://doi.org/10.1111/1468-2346.12708>
- 5.- Babatunde, O.M., Munda, J.L. y Hamam, Y. (2019). Decarbonisation of Electricity Generation: Efforts and Challenges in Muthu, S.S.(Ed) *Carbon Footprints, Environmental Footprints and Eco-design of Products and Processes* (pp 47-77). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-7912-3_3
- 6.- Ruan, Z., Zhang, Y., Chen, P., Liu, S., Fan, L., Zhou, N., Ding, K., Peng, P., Addy, M., Cheng, Y., Anderson, E., Wang, Y., Liu, Y., Lei, H. y Li, B. (2019). Biofuels: Introduction in Pandey, A., Larroche, C., Dussap, C.G., Gnansounou, E., Khanal, S.K. y Ricke, S. (Ed.) *Biofuels: Alternative Feedstocks and Conversion Processes for the Production of Liquid and Gaseous biofuels* (pp 3-43). Academic Press <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816856-1.00001-4>
- 7.- Yoro, K.O. y Daramola, M.O. (2020). CO2 emission sources, greenhouse gases, and the global warming effect in Rahimpour, M.R., Farsi, M. y Makarem, M.A. (Ed.) *Advances in Carbon Capture: Methods, Technologies and Applications* (pp 3-28). Woodhead Publishing <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819657-1.00001-3>
- 8.- Lago, C., Herrera, I., Caldés, N. y Lechón, Y. (2019). Nexus Bioenergy-Bioeconomy in Lago, C., Caldés, N. y Lechón, Y. (Ed.) *The Role of Bioenergy in the Emerging Bioeconomy: Resources, Technologies, Sustainability and Policy* (pp 3-24). Academic Press <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813056-8.00001-7>
- 9.- Höfer, R. y Selig, M. (2012). Green chemistry and green polymer chemistry. *Polymer Science: A Comprehensive Reference*, 10, 5-14. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53349-4.00252-1>
- 10.- Birmer, R. (2018). Bioeconomy Concepts in Lewadowski, I. (Ed.) *Bioeconomy* (pp 17-38). Springer Cham https://doi.org/10.1007/978-3-319-68152-8_3
- 11.- Balat, M. y Ayar, G. (2005). Biomass energy in the world, use of Biomass and potential trends. *Energy Sources*, 27(10), 931-940. <https://doi.org/10.1080/00908310490449045>
- 12.- Rosillo-Calle, F. (2016). A review of biomass energy – shortcomings and concerns. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 91(7), 1933-1945. <https://doi.org/10.1002/jctb.4918>
- 13.- Kasinath, A., Fudala-Kiazek, S., Szopinska, M., Bylinski, H., Artichowicz, W., Remiszewska-Skwarek, A. y et.al. (2021). Biomass in biogas production: Pretreatment and codigestion. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 150, 111509. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111509>
- 14.- Timilsina, G.R., Kurdgelashvili, L. y Narbel, P.A. (2012). Solar energy: Markets, economics and policies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 449-465. 2011. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.08.009>
- 15.- Kittner, N., Lill, F. y Kammen, D. M. (2017). Energy storage deployment and innovation for the clean energy transition. mass gasification. *Progress in Energy and Combustion Science*, 46, 72-95. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2014.06.002>
- 16.- Kabir, E., Kumar, P., Kumar, S., Adelodun, A.A. y Kim, K.H. (2018). Solar energy: Potential and future prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 894-900. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2017.09.094>
- 17.- Field, C.B., Campbell, J.E. y Lobell, D.B. (2008). Biomass energy: the scale of the potential resource. *Trends in Ecology & Evolution*, 23(2), 65-72. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2007.12.001>
- 18.- Devabhaktuni, V., Alam, M., Depuru, S.S.S.R., Green II, R.C., Nims, D. y Near, C. (2013). Solar energy: Trends and enabling technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 19, 555-564. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2012.11.024>
- 19.- Kumar, Y., Ringenberg, J., Depuru, S.S., Devabhaktuni, V.K., Lee, J.W., Nikolaidis, E. y et.al. (2016). Wind energy: Trends and enabling technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 53, 209-224. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.07.200>
- 20.- Edwards, P.P., Kuznetsov, V.L., David, W.I.F. y Brandon, N.P. (2008). Hydrogen and fuel cells: Towards a sustainable energy future. *Energy Policy*, 36, 4356-4362. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.09.036>
- 21.- Lee, D.H. y Hung, C.P. (2012). Toward a clean energy economy: With discussion on role of hydrogen sectors. *International Journal of Hydrogen Energy*, 37, 15753-15765. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2012.02.064>

- 22.- Dincer, I. y Acar, C. (2015). A review on clean energy solutions for better sustainability. *International Journal of Energy Research*, 39, 585-606. <https://doi.org/10.1002/er.3329>
- 23.- Abbasi, T. y Abbasi, S.A. (2010). Biomass energy and the environmental impacts associated with its production and utilization. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, 919-937. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.11.006>
- 24.- Villar, A., Arribas, J. J. y Parrondo, J. (2011). Waste-to-energy technologies in continuous process industries. *Clean Technologies Environmental Policy*, 14, 29-39. <https://doi.org/10.1007/s10098-011-0385-x>
- 25.- Arodudu, O., Holmatov, B. y Voinov, A. (2020). Ecological impacts and limits of biomass use: a critical review. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 22, 1591-1611. <https://doi.org/10.1007/s10098-020-01911-1>
26. Bridgwater, T. (2006). Biomass for energy. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(12), 1755-1768. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2605>
- 27.- Balat, H. y Kirtay, E. (2010). Hydrogen from biomass - Present scenario and future prospects. *International Journal of Hydrogen Energy*, 35(14), 7416-7426. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2010.04.137>
- 28.- Heidenreich, S. y Foscolo, P.U. (2015). New concepts in biomass gasification. *Progress in Energy and Combustion Science*, 46, 72-95. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2014.06.002>
- 29.- Adams, P., Bridgwater, T., Lea-Langton, A., Ross, A., y Watson, I. (2018). Biomass conversion technologies. P. Thornley y P. Adams (Editores). *Greenhouse Gas Balances of Bioenergy Systems* (pp. 107-139). Academic Press.
- 30.- Ni, M., Leung, D.Y.C., Leung, M.K.H. y Sumathy, K. (2006). An overview of hydrogen production from biomass. *Fuel Processing Technology*, 87, 461-472. <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2005.11.003>
- 31.- Lin, Y. y Tanaka, S. (2006). Ethanol fermentation from biomass resources: Current state and prospects. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 69, 627-642. <https://doi.org/10.1007/s00253-005-0229-x>
- 32.- Mood, S.H., Golfeshan, A.H., Tabatabaei, M., Jouzani, G.S., Najafi, G.H., Gholami, M. y et.al. (2013). Lignocellulosic biomass to bioethanol, a comprehensive review with a focus on pretreatment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 27, 77-93. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.06.033>
- 33.- Demirbaş, A. (2005). Bioethanol from Cellulosic Materials: A Renewable Motor Fuel from Biomass. *Energy Sources*, 27(4), 327-337. <https://doi.org/10.1080/00908310390266643>
- 34.- Chen, H. y Fu, X. (2016). Industrial technologies for bioethanol production from lignocellulosic biomass. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 57, 468-478. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.069>
- 35.- Voloshin, R.A., Rodionova, M.V., Zharmukhamedov, S.K., Veziroglu, T.N. y Allakhverdiev, S.I. (2016). Review: Biofuel production from plant and algal biomass. *International Journal of Hydrogen Energy*, 41, 17257-17273. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.07.084>
- 36.- Abas, N., Kalair, A. y Khan, N. (2015). Review of fossil fuels and future energy technologies. *Futures*, 69, 31-49. <http://dx.doi.org/10.1016/j.futures.2015.03.003>
- 37.- Hebert, G.M.J., Iniyar, S., Sreevalsan, E. y Rajapandian, S. (2007). A review of wind energy technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11, 1117-1145. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2005.08.004>
- 38.- Hussain, A., Arif, S.M. y Aslam, M. (2017). Emerging renewable and sustainable energy technologies: State of the art. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 71, 12-28. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.12.033>
39. Evans, A., Strezov, V. y Evans, T.J. (2009). Assessment of sustainability indicators for renewable energy technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13, 1082-1088. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2008.03.008>
40. Demirbas, A. (2011). Competitive liquid biofuels from biomass. *Applied Energy*, 88, 17-28. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2010.07.016>
- 41.- Demirbas, A. (2007). Progress and recent trends in biofuels. *Progress in Energy and Combustion Science*, 33, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2006.06.001>
- 42.-Demirbas, A. (2008). The Importance of Bioethanol and Biodiesel from Biomass. *Energy Sources Part B*, 3(2), 177-185. <https://doi.org/10.1080/15567240600815117>
- 43.- Cherubini, F. (2010). The biorefinery concept: Using biomass instead of oil for producing energy and chemicals. *Energy Conversion and Management*, 51, 1412-1421. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2010.01.015>
44. Morais, A.R.C. y Bogel-Lukasik, R. (2013). Green chemistry and the biorefinery concept. *Sustainable Chemical Processes*, 1(18), 1-3. <https://doi.org/10.1186/2043-7129-1-18>
45. Barragán-Ocaña, A., Merritt, H., Sánchez-Estrada, O.M., Méndez-Becerril, J.L. y Longar-Blanco, M.P. (2023). Biorefinery and sustainability for the production of biofuels and value-added products: A trends analysis based on network and patent analysis. *Plos ONE*, 18(1), 1-18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0279659>