



RENIECYT - LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - E-Revistas - Google Scholar
DOI - REDIB - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

Title: Bioenergía a partir de microalgas en México

Authors: PÉREZ-BRAVO, Sheila Genoveva, MENDOZA-MARTÍNEZ, Ana María,
CASTAÑEDA-CHÁVEZ, Maria del Refugio y AGUILERA-VÁZQUEZ, Luciano.

Editorial label ECORFAN: 607-8695
BCIERMMI Control Number: 2019-006
BCIERMMI Classification (2019): 241019-0006

Pages: 11
RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.
143 – 50 Itzopan Street
La Florida, Ecatepec Municipality
Mexico State, 55120 Zipcode
Phone: +52 1 55 6159 2296
Skype: ecorfan-mexico.s.c.
E-mail: contacto@ecorfan.org
Facebook: ECORFAN-México S. C.
Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings

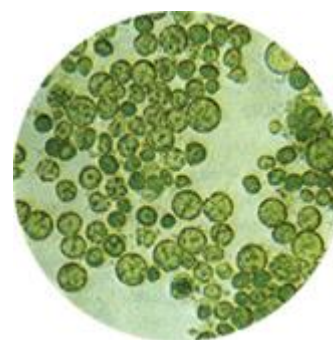
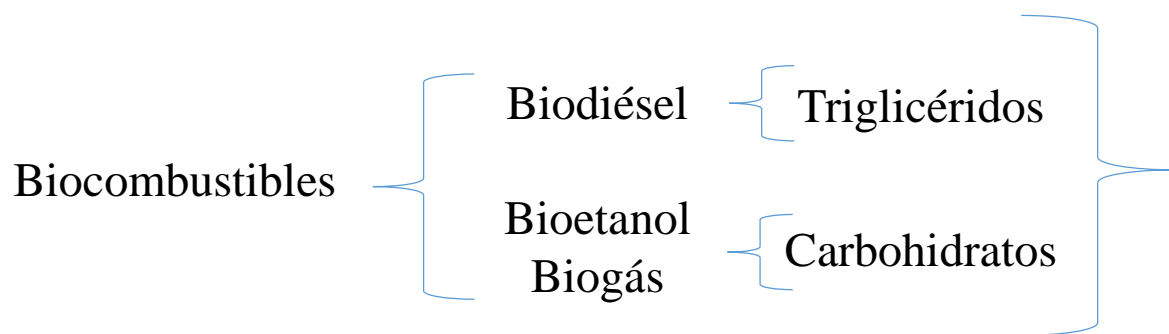
Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

Introducción



Crecimiento poblacional

≈122 millones hab



Microalgas

Organismos fotosintéticos
> 200 μm

Sector transporte

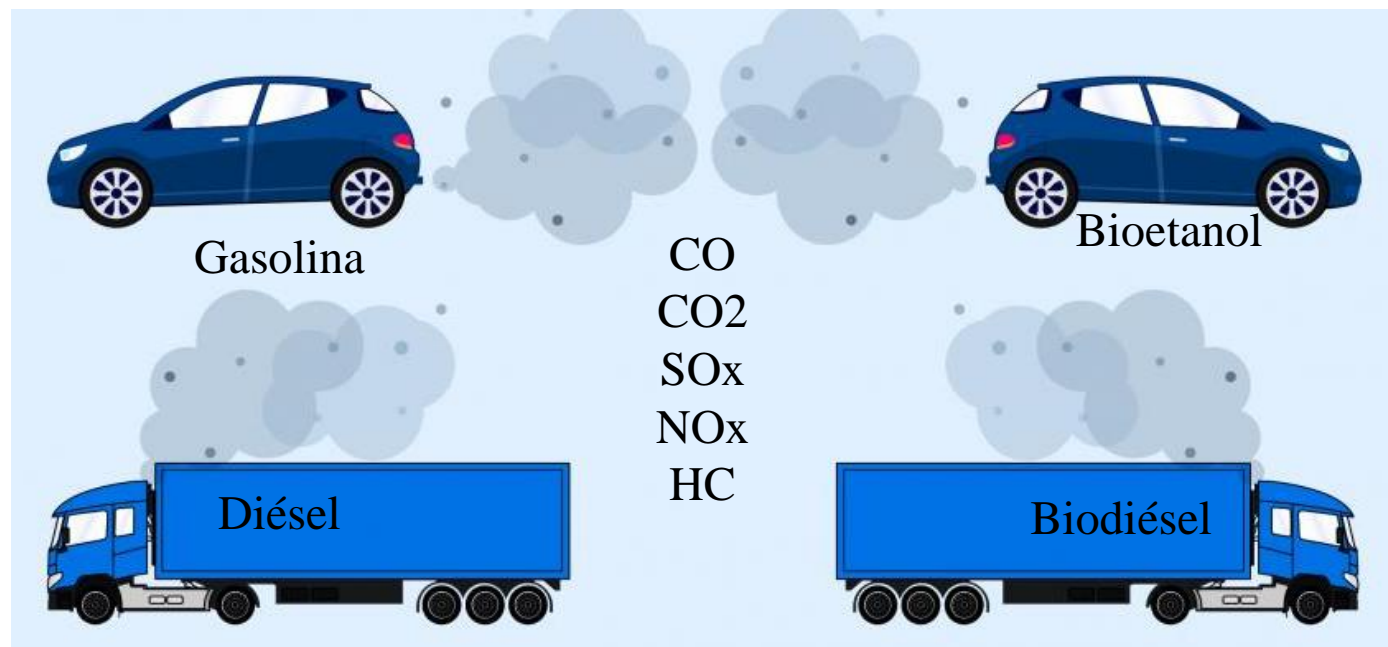
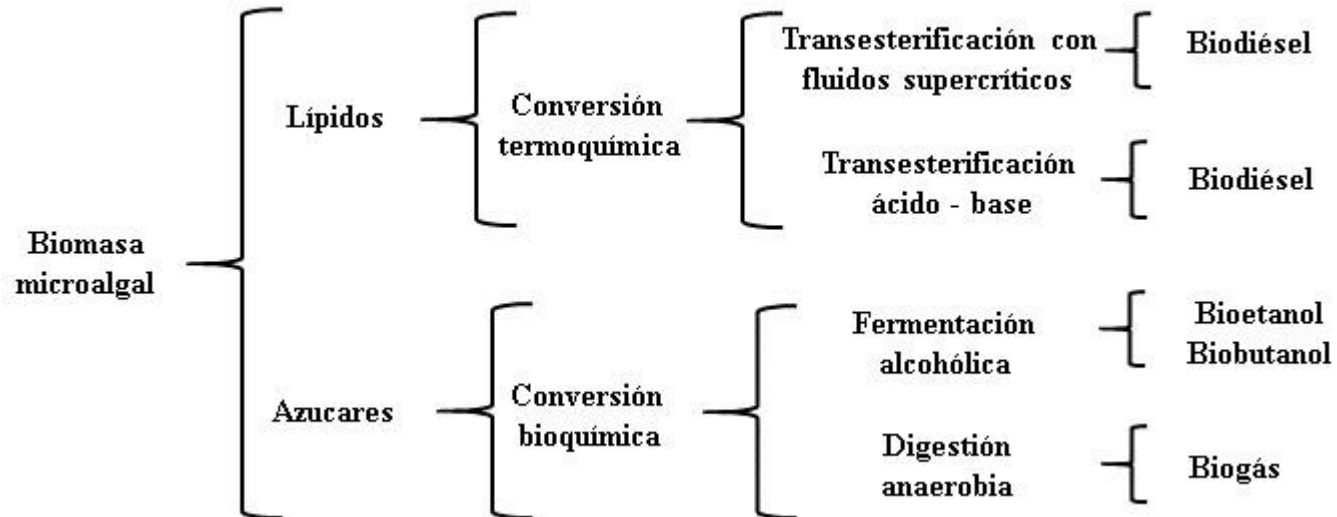


Figura 1. Procesos de generación de biocombustibles

Fuente: Basada en (Chew et al., 2017)



Pretratamientos

Biodiésel

- Deshidratación de la biomasa
- Extracción de lípidos

Bioetanol

- Sacarificación

Biogás

- Ninguno
- Disrupción celular
- Residuos de la extracción de lípidos o aminoácidos

Metodología

Revisión bibliográfica de los siguientes aspectos:

- Especies de microalgas halladas en México.
- Contenido de lípidos y carbohidratos de las mismas
- Rendimientos de conversión de biomasa microalgal en biocombustibles.

Resultados

Estado	Cuerpo de agua	Microalga	Referencia
Cd. Madero, Tamps.	Laguna del Carpintero	<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	Crisóstomo, et al., 2016
		<i>Chlorella vulgaris</i>	
		<i>Desmodesmus denticulatus</i>	
		<i>Desmodesmus quadricauda</i>	
		<i>Scenedesmus bijurgus</i>	
		<i>Scenedesmus sp.</i>	
Altamira, Tamps.	A.R.I	<i>Chlorella sp.</i>	Martínez-Hernández, et al., 2018
		<i>Lagerheima sp.</i>	
		<i>Desmodesmus quadricauda</i>	
		<i>Oscillatoria sp.</i>	
Tampico, Tamps.	Estero del Río Barberena	<i>Scenedesmus dimorphus</i>	Hernández-Reyes, et al., 2012
		<i>Spirulina subsalsa</i>	
Mazatlán, Sinaloa	Río Presidio	<i>Kirchneriella obesa</i>	Ortega-Salas, et al., 2012
		<i>Scenedesmus quadricauda</i>	
		<i>Chlorococcum infusorium</i>	

Tabla 1. Especies de microalgas en México.

Fuente: elaboración propia

Estado	Cuerpo de agua	Microalga	Referencia
Tuxtlas, Ver.	Lago Chalchoapan	<i>Chlorella vulgaris</i>	Hernández-Reyes, et al., 2012
		<i>Acutodesmus acuminatus</i>	
		<i>Closteriopsis acicularis</i>	
		<i>Oocystis marssonii</i>	
		<i>Monactinus simplex</i>	
Catemaco, Ver.	Lago de Catemaco	<i>Chlorella minutissima</i>	Garduño-Solorzano, et al. , 2011
		<i>Coelastrum microporum</i>	
		<i>Pseudanabaena limnetica,</i>	
		<i>Desmodesmus quadricauda</i>	
		<i>Scenedesmus aculeolatus</i>	
Acapulco, Guerrero	Bahía Santa Lucía del Puerto de Acapulco	<i>Scenedesmus obliquus</i>	Nájera-Arce, et al., 2018
		<i>Staurastrum gracile</i>	
		<i>Chaetoceros curvisetus,</i> <i>Asterionella japonica,</i> <i>Biddulphia mobiliensis</i>	

Tabla 1. Especies de microalgas en México.

Fuente: elaboración propia

Microalga	Lípidos (% peso seco)	HC (% peso seco)	Referencia
<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	21	17	Spolaore, et al., 2006
<i>Chlorella vulgaris</i>	30-40 ¹	12-17 ²	¹ Liang , et al., 2009 ² Yeh & Chang,, 2012
<i>Scenedesmus sp.</i>	19.6 – 21.1		Mata, et al., 2010
<i>Chlorella sp.</i>	28-32		Chisti, 2008
<i>Lagerheima sp.</i>	42-48		Martínez-Hernández , et al., 2018
<i>Scenedesmus dimorphus</i>	31		Shen, et al., 2009
<i>Chlorella vulgaris</i>	14-22	12-17	Spolaore, et al., 2006
<i>Chlorella minutissima</i>	31	42	Illman, et al., 2000
<i>Scenedesmus obliquus</i>	12-14	10-17	Spolaore, et al., 2006
<i>Coelastrum microporum</i>	25		Valdez-Ojeda, et al., 2015

Tabla 2. Contenido de lípidos y carbohidratos.

Fuente: elaboración propia

Microalga	Proceso	Rend.	Referencia
<i>Chlorella pyrenoidosa</i>	Transesterificación in situ	86.8%	Cao, et al., 2013
<i>Chrysophyta</i>	Transesterificación supercrítica con metanol y scCO ₂ como solvente	56.3%	Zhou, et al., 2017
<i>Chlorella sp.</i>	Transesterificación supercrítica con metanol y scCO ₂ como solvente	63.7%	Zhou, et al., 2017
<i>Nannochloropsis oculata</i>	Transesterificación heterogénea con ZnO:Mn ⁺² encapsulado en PEG (Polietilenglicol)	87.5%	Vinoth, et al., 2019
<i>Scenedesmus sp.</i>	Transesterificación directa catalizada por enzimas	92%	Sivarama-krishnan & Incharo-ensakdi, 2018
<i>Nannochloropsis gaditana</i>	Transesterificación directa	100%	Macías-Sánchez, et al., 2015
<i>Nannochloropsis sp.</i>	Transesterificación extractiva asistida por microonda	80.1%	Patil, et al., 2012
<i>Nannochloropsis sp.</i>	Transesterificación con metanol supercrítico	84.1%	Patil, et al., 2012
<i>Chlorella sp.</i> <i>hidrolizada y fermentada</i>	Licuefacción asistida por etanol	15.84%	Rahman, et al., 2019

Tabla 3. Producción de biodiésel a partir de microalgas

Fuente: elaboración propia

Microalga	Proceso	Rend.	Referencia
<i>Chlorella vulgaris</i>	Hidrolisis y fermentación separados con <i>Z. mobilis</i>	87.59%	Ho, et al., 2013
<i>Chlorella vulgaris</i>	Hidrolisis y fermentación simultánea con <i>Z. mobilis</i>	87.1%	Ho, et al., 2013
<i>Desmodesmus sp.</i>	Hidrolisis y fermentación	81.4%	Sanchez Rizza, et al., 2017
<i>Chlorella sp.</i>	Hidrolisis y fermentación con <i>P. stipitis</i>	74.73%	Rahman , et al., 2019
<i>Chlorella sp.</i>	Hidrolisis y fermentación con <i>S. cereviase</i>	68.59%	Rahman, et al., 2019
<i>Chlorella vulgaris</i>	Hidrolisis y fermentación separados con <i>S. cereviase</i>	89%	Kim, et al., 2014)

Tabla 4. Producción de bioetanol a partir de microalgas

Fuente: elaboración propia

Microalga	Pretratamiento	Productividad L CH ₄ / kg VS	Referencia
<i>Chlorella vulgaris</i>	Ninguno	337	Zhao, et al., 2014
<i>Chlorella vulgaris</i>	Lípidos extraídos	314	
<i>Nannochloropsis oculata</i>	Ninguno	357	
<i>Nannochloropsis oculata</i>	Lípidos extraídos	399	
<i>Scenedesmus</i>	Ninguno	140	
<i>Scenedesmus</i>	Aminoácidos extraídos	272.8	
<i>Scenedesmus</i>	Lípidos extraídos	212.3	Ramos y Carreras, 2014

Tabla 5. Producción de biogás a partir de la digestión anaerobia de microalgas por unidad de sólidos volátiles.

Fuente: elaboración propia

Conclusiones

- Los géneros de microalgas nativas hallados en el país son *Chlorella* y *Scenedesmus* en Sinaloa, Tamaulipas y Veracruz, además de *Chlamydomonas reinhardtii* rica en lípidos y carbohidratos.
- *Chlorella*, *Scenedesmus* y *Nannochloropsis* son los géneros convertidos en biodiésel con rendimientos del 56 al 92%.
- *Chlorella* y *Desmodesmus* son los géneros convertidos en bioetanol con rendimientos del 68 al 89%.
- *Chlorella*, *Scenedesmus* y *Nannochloropsis* con o sin tratamiento, o bien los residuos de extracción de lípidos y aminoácidos sirven de materia prima para la digestión anaerobia y obtención de biogás.

Conclusiones

Se aporta el listado de la diversidad microalgal hallada en algunos cuerpos de agua del país, entre ellas:

- *Chlorella sp.*, *C. vulgaris*, *C. minutissima*
- *Scenedesmus sp.*, *S. bijurjus*, *S. dimorphus*, *S. obliquus*, *S. quadricauda*
- Los géneros *Chaetoceros*, *Biddulphia*, *Asterionella*, *Staurastrum*, *Pseudanabaena*, *Monactinus*, *Acutodesmus*, *Chlorococcum*, *Kirchneriella*, *Oscillatoria*

Referencias

- Alcalá-Galiano, D., Cujilema-Quitio, M., León-Revelo, G., Baryolo-González, L., y Ramos-Sánchez, L. (2018). Producción enzimática de biodiesel con biomasa lignocelulósica. *Tecnología Química*, 38(1), 162–182.
- Alder, V. A. (2018). biocombustibles y microalgas marinas. *Ciencia e Investigación*, 68(1), 29–40.
- Armas-Martínez, A. C. D., Morales Zamora, M., Albornas Carvajal, Y., y Erenio, G. S. (2019). Proyección de una industria azucarera para transformarse en una biorrefinería a partir de biocombustibles de segunda y tercera generación. Projection of a sugar industry to become a biorefinery from second and third generation biofuels. *Tecnología Química*, 39(3), 489–507.
- Chew, K. W., Yap, J. Y., Show, P. L., Suan, N. H., Juan, J. C., Ling, T. C. y Chang, J. S. (2017). Microalgae biorefinery: High value products perspectives. *Bioresour. Technol.*, 229, 53–62.
- Concepción-Fandiño, L., y Rodríguez-Machín, L. (2018). Análisis De Lubricidad En Mezcla Diesel-. *Revista Iberoamericana de Ingeniería Mecánica*, 22(1), 47–53.
- Crisóstomo-Vázquez Lilia, Alcocer-Morales Claudia, Lozano-Ramírez Cruz, R.-P. M. C. (2016). Fitoplancton de la Laguna del Carpintero, Tampico, Tamaulipas , México. *Interciencia*, 41(2), 103–109.
- Giesemann, R. (2018). Reporte de sustentabilidad 2017-2018. Grupo Alejo.
- Klassen, V., Blifernez-Klassen, O., Wobbe, L., Schlüter, A., Kruse, O. y Mussnug, J. H. (2016). Efficiency and biotechnological aspects of biogas production from microalgal substrates. *Journal of Biotechnology*, 234, 7–26.
- Kumar, M., & Sharma, M. P. (2016). Selection of potential oils for biodiesel production. *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 56, 1129–1138.
- Lin, Y., Ge, J., Ling, H., Zhang, Y., Yan, X. y Ping, W. (2018). Isolation of a novel strain of *Monoraphidium sp.* and characterization of its potential for A-linolenic acid and biodiesel production. *Bioresource Technology*, 267, 466–472.
- Llanes Cedeño, E. A., Rocha-Hoyos, J. C., Peralta Zurita, D. B. y Leguísamo Milla, J. C. (2018). Evaluación de emisiones de gases en un vehículo liviano a gasolina en condiciones de altura. Caso de estudio Quito, Ecuador. *Enfoque UTE*, 9(2), 149–158.
- Lozano-García, D. F., Cuellar-Bermudez, S. P., del Rio-Hinojosa, E., Betancourt, F., Aleman-Nava, G. S. y Parra-Saldivar, R. (2019). Potential land microalgae cultivation in Mexico: From food production to biofuels. *Algal Research*, 39(February), 101459.
- Martínez-Hernández Marisol, Suastes-Acosta Sandra L., Lozano-Ramírez Cruz y Rodríguez Palacio, M. C. (2018). Lipidic Profile of *Lagerheimia sp.* Isolated of Industrial. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 9(1), 25–33.
- Marulanda López, T., Zapata Osorno, L. F. y Jaramillo Flórez, M. C. (2017). Producción de Bioetanol a partir de *Elodea sp.* *Ingenierías USBmed*, 8(1), 37.
- Nájera-Arce, Cynthi; Álvarez-Fitz Patricia; Pérez-Castro, Donaciano; Toribio-Jiménez, Jeiry; Castro-Alarcon, N. (2018). Actividad antibacteriana de diatomeas marinas aisladas de Acapulco , Guerrero , México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 53(2), 195–207.
- Neves, V. T. D. C., Sales, E. A., & Perelo, L. W. (2016). Influence of lipid extraction methods as pre-treatment of microalgal biomass for biogas production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 59, 160–165.
- Ortiz Tapia, M. del C., García Alamilla, P., Lagunes Gálvez, L. M., Arregoitia Quezada, M. I., García Alamilla, R. y León Chávez, M. A. (2016). Biodiesel production from crude palm oil (*Elaeis guineensis Jacq.*) Ascending path method application. *Acta Univ.*, 26(5), 3–10.
- Rahman, Q. M., Zhang, B., Wang, L. y Shahbazi, A. (2019). A combined pretreatment, fermentation and ethanol-assisted liquefaction process for production of biofuel from *Chlorella sp.* *Fuel*, 257, 116026.
- Rodríguez, L. B., Rionda, R. A., Félix, F. J. C., Ríos, S. B., Miranda, B. H., Hernández, M. P. G., ... Nava, E. V. (2017). Balance nacional de energía 2016. *SENER*, 136.
- Sanchez Rizza, Lara; Sanz Smachetti, M. eugenia y D. N. M. (2017). Bioprospecting for native microalgae as an alternative source of sugars for the production of bioethanol. *Algal Res.*, 22, 140–147.
- SENER. (s/f). SENER | Sistema de Información Energética. Recuperado el 25 de octubre de 2018, de <http://sie.energia.gob.mx/>
- Sivaramakrishnan, R. y Incharoensakdi, A. (2018). Utilization of microalgae feedstock for concomitant production of bioethanol and biodiesel. *Fuel*, 217(January), 458–466.
- Tobío-Pérez, I., Melo-Espinosa, E. A., Suárez-Hernández, J., y Ángel, J. (2018). Evaluación de mezclas de biodiésel de *Jatropha curcas* (L .) en bancos de motores diésel Evaluation of mixtures of *Jatropha curcas* (L .) biodiesel in diesel engine banks *Materiales y Métodos. Pastos y Forrajes*, 41(4), 300–309.
- Vilaboia-Arroniz, J., López-Collado, J., Platas-Rosado, D. E., y Vilaboia-Arroniz, I. (2019). El mito de los biocombustibles en México. The myth of biofuels in Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 22, 431–441.
- Vinoth Arul Raj, J., Bharathiraja, B., Vijayakumar, B., Arokiyaraj, S., Iyyappan, J. y Praveen Kumar, R. (2019). Biodiesel production from microalgae *Nannochloropsis oculata* using heterogeneous Poly Ethylene Glycol (PEG) encapsulated ZnOMn²⁺ nanocatalyst. *Bioresour. Technol.*, 282, 348–352.
- Zhou, D., Qiao, B., Li, G., Xue, S. y Yin, J. (2017). Continuous production of biodiesel from microalgae by extraction coupling with transesterification under supercritical conditions. *Bioresource Technology*, 238, 609–615.



ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)