

Potencial energético de la digestión anaerobia del estiércol del ganado vacuno, porcino y avícola en Sonora (México)

Energy potential of anaerobic digestion of cattle, swine and poultry manure in Sonora, Mexico

DOI: 10.17981/ladee.02.02.2021.3

Fecha de recibido 2/08/2021. Fecha de aceptado 23/10/2021

María Paula Martínez Rubio

Universidad Estatal de Sonora. Sonora (México)
mpaulamartinezrubio@gmail.com

Para citar este artículo:

M. P. Martínez, "Potencial energético de la digestión anaerobia del estiércol del ganado vacuno, porcino y avícola en Sonora (México)", *LADEE*, vol. 2, no. 2, pp. 24–31, 2021. <https://doi.org/10.17981/ladee.02.02.2021.3>

Resumen— Sonora es uno de los estados con mayor producción ganadera en México, actividad que genera cantidades significativas de biomasa residual. La biodigestión anaerobia en este caso representa una alternativa para revalorizar esta biomasa residual como una fuente para generar energía. Por consiguiente, es necesario conocer el potencial energético de dichos residuos, el cual puede estimarse a partir de información estadística de censos ganaderos y otros parámetros en base a las condiciones de la región. En este caso se define un potencial de 478 GWh de electricidad por año, considerando una eficiencia energética del 30%, lo que equivale al consumo del 12% de los hogares del estado. Del estudio puede concluirse que existe un potencial significativo en el estado de Sonora para la implementación de digestores anaeróbicos para revalorizar la biomasa residual de la actividad ganadera.

Palabras clave— Potencial energético; biomasa residual; ganadería; biodigestión anaerobia; Sonora

Abstract— Sonora is one of the states with the highest livestock production in Mexico, an activity that generates significant amounts of residual biomass. Anaerobic biodigestion in this case represents an alternative to revalorize this residual biomass as a source to generate energy. Therefore, it is necessary to know the energy potential of this waste, which can be estimated from statistical information from livestock censuses and other parameters based on the conditions of the region. In this case, a potential of 478 GWh of electricity per year is defined, considering an energy efficiency of 30%, which is equivalent to the consumption of 12% of the state's households. From the study it can be concluded that there is a significant potential in the state of Sonora for the implementation of anaerobic digesters to revalue the residual biomass from livestock activity.

Keywords— Energy potential; residual biomass; livestock; anaerobic biodigestion; Sonora.



I. INTRODUCCIÓN

México se caracteriza por un desarrollo ganadero significativo, destinando 109.8 millones de hectáreas a la ganadería donde solo en la cría y explotación ganadera trabaja el 16.2% de la población mexicana [1]. Actualmente es el 11 productor de ganado a nivel mundial, destacando la producción de ganado bovino, porcino, avícola, ovino y caprino [1]. En 2019, la producción de carne de cerdo llegó a 1.7 millones de toneladas con 18.6 millones de cabezas de cerdo [2]. También es el principal consumidor de huevo fresco a nivel global, con un consumo per cápita de 28 kg, siendo el cuarto productor mundial con 125 millones de cajas de huevo al año [3]. Por otra parte, el país es el 12 emisor de CO₂, emitiendo 416.26 millones de toneladas de CO₂, lo que representa el 1.5% de las emisiones globales [4].

El estado de Sonora, con una superficie de 179 355 km² y una población de 2 944 840 personas es el 2 de mayor extensión territorial en México [5]. En total, el 85% de la superficie se destina a la ganadería en Sonora, actividad de la que dependen 35 mil familias directamente [6]. En particular, destaca la producción de ganado porcino, bovino y avícola. Sonora, uno de los principales productores de carne de cerdo nacional, representan el 17.3% de la producción nacional, enfocada mayormente a la exportación [7]. Por otra parte, la encuesta nacional agropecuaria muestra que Sonora es el quinto productor de ganado bovino con 1 666 074 cabezas en 2014 que representan el 5.8% de la producción nacional [2]. Adicionalmente, Sonora produce el 4.9% de la producción nacional de huevo [3]. Por consiguiente, en el estado se generan grandes cantidades de estiércol, cuyo manejo representa un reto por su capacidad de contaminación y emisión de gases de efecto invernadero. El uso de sistemas de digestión anaeróbica representa una oportunidad para complementar la matriz energética del departamento, mitigando los problemas ambientales asociados al manejo del estiércol del ganado.

La infraestructura eléctrica en Sonora cuenta con una capacidad de generación instalada de 3 140 MW, lo que representa el 4.2% del sector eléctrico nacional, de la cual el 96.4% corresponde a las tecnologías convencionales y menos del 4% a fuentes renovables [8]. La generación eléctrica es de los mayores emisores de gases de efecto invernadero en el país. Solo en Sonora se emitieron 19 millones de toneladas de CO₂ anuales en este sector [9]. La oferta de energía en 2010 en Sonora fue de 232.58 PJ con más del 90% dependiente de combustibles fósiles [10].

Existen diferentes tecnologías de conversión de residuos a energía a partir de fuentes de biomasa, las cuales se agrupan en procesos termoquímicos y procesos de bioconversión. La selección de la tecnología adecuada depende de las características y propiedades de la biomasa (es decir, humedad, poder calorífico, etc.). En general, para fuentes de biomasa con más del 50% de humedad, los procesos de bioconversión (por ejemplo, la digestión anaeróbica) son más indicados [11]. Por consiguiente, teniendo en cuenta que el estiércol bovino y porcino tienen humedades muy por encima del 50%, en este caso se considera la digestión anaerobia como alternativa tecnológica para la estimación del potencial energético.

Dado el potencial energético del estiércol, y la creciente demanda energética de Sonora, es importante determinar el potencial energético de la digestión anaeróbica para complementar la matriz energética del estado. Por consiguiente, este estudio tiene como objetivo evaluar el potencial energético del estiércol porcino, bovino y avícola en Sonora para el uso de digestores de digestión anaeróbica.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

En esta sección se presenta el procedimiento investigativo, los datos estadísticos utilizados y los métodos de cálculo aplicados para estimar el potencial energético.

A. Procedimiento investigativo

En México existen diferentes instituciones que facilitan datos estadísticos acerca de la producción ganadera. Las fuentes de información principales fueron los censos ganaderos reportados por las siguientes organizaciones en el estado de Sonora:

- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).
- Sistema Nacional de Información para el Desarrollo Rural Sustentable (SNIDRUS).
- Unión Ganadera Regional de Sonora (UGRS).
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

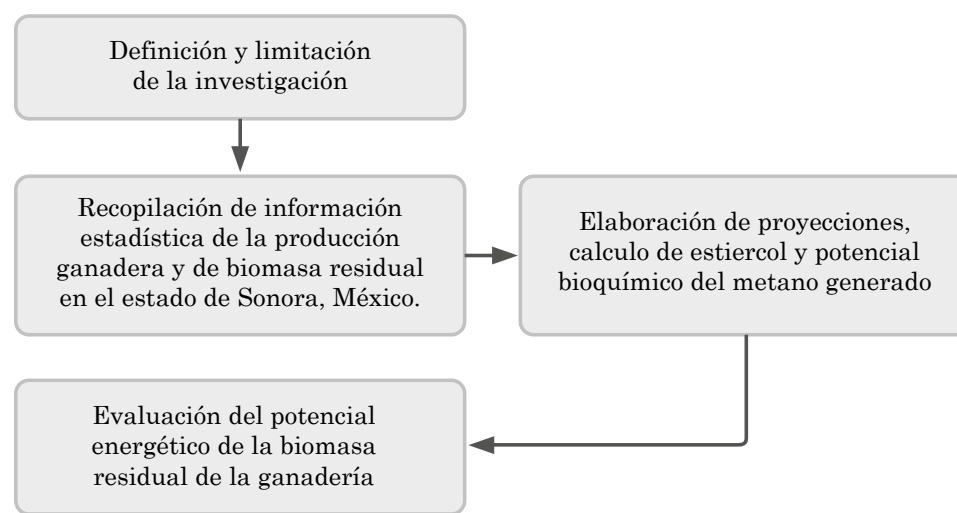


Fig. 1. Flujograma con la metodología aplicada en la investigación presente.
Fuente: Elaboración propia.

B. Ganado bovino

La [Tabla 1](#) muestra la evolución de la producción de ganado bovino en el estado entre el 2000 y el 2009.

TABLA 1. CENSOS ANUALES Y TIPO DE GANADO BOVINO EN SONORA DE 2000 A 2009.

Año	Vacas	Toros	Vaquillas	Novillos	Becerras	Becerros	Total
2000	735 050	54 135	226 441	23 537	216 180	174 477	1 429 820
2001	759 965	56 606	225 344	24 894	230 930	191 001	1 488 740
2002	792 676	56 959	215 854	14 839	242 840	202 007	1 525 175
2003	791 273	55 440	229 410	12 941	215 223	166 877	1 471 164
2004	788 364	54 983	210 767	10 936	224 105	176 928	1 466 073
2005	794 091	54 858	202 514	11 698	232 833	184 198	1 480 192
2006	598 828	45 906	175 823	15 944	165 200	125 075	1 126 776
2007	771 798	54 835	204 021	12 999	207 027	162 924	1 413 604
2008	847 293	59 655	226 926	11 837	241 056	186 235	1 573 002
2009	855 883	50 481	237 683	11 045	241 895	186 054	1 593 041

Fuente: [12].

La [Tabla 1](#) muestra que entre el 2000 y el 2009 la población bovina creció en cerca de 200 mil cabezas, fundamentalmente en la población de vacas.

En base a la diferencia poblacional entre cada uno de los años del censo se establece el aumento proporcional para el crecimiento anual de los años consiguientes, estimándose de dicha manera la evolución hasta el 2021.

TABLA 2. ESTIMACIÓN DE LA EVOLUCIÓN DEL GANADO BOVINO EN SONORA PARA EL PERIODO DEL 2010 AL 2021.

Año	Vacas	Toros	Vaquillas	Novillos	Becerras	Becerros	Total
2010	869 309	53 729	227 690	22 149	219 037	175 763	1 567 678
2011	882 735	53 323	228 939	20 761	221 894	177 050	1 584 702
2012	896 161	52 917	230 188	19 373	224 752	178 336	1 601 727
2013	909 587	52 511	231 437	17 985	227 609	179 622	1 618 751
2014	923 012	52 105	232 687	16 597	230 466	180 909	1 635 776
2015	936 438	51 699	233 936	15 209	233 323	182 195	1 652 800
2016	949 864	51 293	235 185	13 821	236 181	183 481	1 669 825
2017	963 290	50 887	236 434	12 433	239 038	184 768	1 686 849
2018	976 716	50 481	237 683	11 045	241 895	186 054	1 703 874
2019	990 142	50 075	238 932	9 657	244 752	187 340	1 720 899
2020	1 003 568	49 669	240 181	8 269	247 609	188 627	1 737 923
2021	1 016 994	49 263	241 430	6 881	250 467	189 913	1 754 948

Fuente: Elaboración propia.

La [Tabla 2](#) muestra un crecimiento estimado de unas 140 mil cabezas de ganado bovino entre 2009 y 2021.

C. Ganado porcino

La producción de ganado porcino en Sonora según el censo agropecuario de 2007 a 2013 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía de México se muestra en la [Tabla 3](#).

TABLA 3. DISTRIBUCIÓN DE GANADO PORCINO EN UNIDADES DE PRODUCCIÓN SEGÚN FUNCIÓN ZOOTÉCNICA, POR PRINCIPALES MUNICIPIOS PRODUCTORES.

Estado y municipio	Total	Engorda	Menores de ocho semanas	Vientres	Sementales	Animales de desecho
		Total	Total	Total	Total	Total
Sonora	1 692 942	920 902	40 4171	285 460	75 717	6 692
Hermosillo	688 805	331 115	164 043	120 113	72 897	637
Cajeme	339 574	186 490	64 927	86 948	429	780
Navojoa	311 734	205 554	63 570	37 748	847	4 015
Etchojoa	79 965	38 050	29 827	11 965	123	0
Guaymas	61 417	20 456	29 932	10 981	42	6
Huatabampo	46 281	34 873	9 718	1 238	177	275
Resto de los municipios	165 166	104 364	42 154	16 467	1 202	979

Fuente: [13].

Los resultados muestran alrededor de 1.7 millones de cabezas, siendo el ganado de engorde el 54% del total.

El gobierno del estado de Sonora en conjunto con la subsecretaría de ganadería y la secretaria de agricultura, ganadería, recursos hidráulicos, pesca y acuicultura presentaron un programa de mediano plazo de desarrollo pecuario para el periodo del 2016 al 2021 [14]. En este programa se establece un crecimiento anual del número de cabezas porcinas del 2.3%. basado en este crecimiento y en las estadísticas de la [Tabla 3](#) se estiman la evolución del ganado porcino hasta el 2021:

TABLA 4. ESTIMACIÓN DE LA EVOLUCIÓN DEL GANADO PORCINO POR MUNICIPIOS EN SONORA HASTA EL 2021.

Estado y municipio	Total	Engorda	Menores de ocho semanas	Vientres	Sementales	Animales de desecho
		Total	Total	Total	Total	Total
Sonora	2 327 560	1 266 112	555 679	392 468	104 100	9 201
Hermosillo	947 011	455 237	225 536	165 139	100 223	876
Cajeme	466 867	256 398	89 266	119 541	590	1 072
Navojoa	428 591	282 608	87 400	51 898	1 165	5 520
Etchojoa	109 941	52 313	41 008	16 450	169	0
Guaymas	84 440	28 124	41 152	15 097	58	8
Huatabampo	63 630	47 946	13 361	1 702	243	378
Resto de los municipios	227 080	143 486	57 956	22 640	1 653	1 346

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran un total de 2.3 millones de cabezas de ganado porcino concentrados principalmente en Hermosillo, Cajeme y Navojoa ([Tabla 4](#)).

D. Ganado avícola

El programa de mediano plazo de desarrollo pecuario para el periodo del 2016 al 2021 muestra una producción avícola total de 12 615 758 en 2014 en el estado de Sonora, proyectando un crecimiento anual del 4.8% [14].

TABLA 5. ESTIMACIÓN DE LA EVOLUCIÓN DEL GANADO AVÍCOLAS POR MUNICIPIOS EN SONORA PARA EL PERIODO DEL 2014 AL 2021.

Estado	Año	Producción
Sonora	2014	12 615 758
	2015	13 158 236
	2016	13 724 040
	2017	14 314 173
	2018	14 929 683
	2019	15 571 659
	2020	16 241 241
	2021	16 939 614

Fuente: Elaboración propia.

La proyección muestra una población estimada de 17 millones de cabezas de aves para 2021.

E. Producción de estiércol por tipo de animal y función zootécnica.

La secretaría de medio ambiente y recursos naturales y el instituto nacional de ecología y cambio climático, secretaria de medio ambiente y recursos naturales presentan las estimaciones de estiércol generado al día por cada tipo de animal según su función, en la [Tabla 6](#) se presentan dichas cantidades en conjunto con el total de cabezas ganaderas en Sonora y la estimación anual de estiércol.

TABLA 6. PRODUCCIÓN DE ESTIÉRCOL EN EL ESTADO DE SONORA POR TIPO DE GANADO Y FUNCIÓN ZOOTÉCNICA.

Tipo de animal		kg _{estiércol} /cabeza · día	Cabezas	Total 10 ⁶ t/año
Bovino	Vaca establo de engorda	38.6	254 249	3.58
	Vaca establo lechero	75.20	184 076	5.05
	Vaca pastoreo	3.00	578 670	0.63
	Toro pastoreo	3.00	49 263	0.05
	Vaquilla establo lechero	24.50	43 699	0.39
	Vaquilla pastoreo	3.00	137 374	0.15
	Becerro establo lechero	12.40	45 335	0.21
	Becerro pastorero	3.00	142 516	0.16
	Promedio	20.34	319 768	2.37
Porcino	Engorda (25 - 100 kg)	2.30	1 266 112	1.06
	Hembra (Vientres)	3.60	392 468	0.52
	Semental	3.00	104 100	0.11
	Lechón	0.35	555 679	0.07
	Promedio	2.35	9 201	0.01
Avícola		0.02	16 939 614	0.12

Fuente: Elaboración propia a partir de [15], [16].

En total se produce un estimado de 14.5 millones de toneladas de estiércol por año en Sonora, con el 84% del ganado bovino, 15% del ganado porcino, y una contribución marginal del ganado avícola.

F. Métodos

En este caso se consideran los rendimientos de un biodigestor automatizado y un biodigestor artesanal, para tener en cuenta un rango de eficiencias de biodigestor.

En este caso, el potencial energético se basa en el Potencial Bioquímico de Metano (BMP) de una fuente de biomasa en particular, el cual se calcula como [17]:

$$BMP_i = BMP_{(VS)_i} \cdot M \cdot ST \cdot SV \quad (1)$$

Donde:

$BMP_{(VS)_i}$ = Potencial bioquímico de metano de la fuente de biomasa.

M = Masa de estiércol.

ST = Sólidos totales.

SV = Sólidos volátiles en base seca.

Los parámetros requeridos en (1) para cada tipo de estiércol se presentan en la [Tabla 7](#).

TABLA 7. CARACTERÍSTICAS DEL ESTIÉRCOL.

	BMP ($m^3_{CH_4}/kg_{VS}$)	M(106 t)	TS(%)	VS(%)
Bovino	0.18	12.6	10.5	74.7
Porcino	0.21	1.8	26.8	74.2
Avícola	0.23	0.1	32.2	65.2

Fuente: Elaboración propia a partir de [16].

El poder calorífico del metano se considera como 27 MJ/m³ [11].

En el caso de los digestores domésticos, que generalmente alcanzan productividades volumétricas de 0.5 a 1m³ de biogás por día por unidad de volumen del reactor, tienen tiempos de retención entre 30 y 60 días según los parámetros de operación y el tipo de sustrato. Se estima que, en óptimas condiciones, un biodigestor doméstico alcanza el 22.5% del rendimiento de un biodigestor automatizado [18].

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La población ganadera en Sonora para el año 2021 alcanzó una población estimada de 21 millones de cabezas de ganado, de las cuales 1.8 millones de cabeza de ganado bovino, 2.3 de ganado porcino y 16.9 millones de cabeza de ganado avícola. Esta población ganadera genera un estimado de 14.4 millones de toneladas estiércol anual. El potencial bioquímico de biometano estimado para la producción de estiércol en Sonora se presenta en la [Tabla 8](#).

TABLA 8. RENDIMIENTO DE METANO EN BIODIGESTOR AUTOMATIZADO.

	BMPi ($10^{-6} m^3$)		BMPi (TJ)	
	Automatizado	Doméstico	Automatizado	Doméstico
Bovino	144	32	3,898	877
Porcino	63	14	1 712	385
Avícola	5	1	126	28
Total	212	47	5 736	1 291

Fuente: Elaboración propia,

En total, el potencial energético representa el 2% de la oferta de energía en el estado en 2010. Considerando una eficiencia de generación eléctrica del 30%, sería posible generar 478 GWh de electricidad por año, equivalente al 4.7% del consumo de electricidad de 10 253 GW/h en el estado [19]. Este potencial permitiría suministrar energía a 106 492 hogares, considerando un consumo promedio de 4 488.42 kWh/hogar al año [20], lo que representa el 12% de los 876 333 hogares del estado [21].

IV. CONCLUSIONES

El potencial de estiércol del estado puede contribuir a generar electricidad para el 12% de los hogares de Sonora. En particular, la implementación de biodigestores domésticos puede convertirse en una fuente de energía de calidad en hogares rurales para suplir las necesidades de cocción y electricidad. Aunque, en este caso, el potencial energético se reduce al reducirse la eficiencia de los biodigestores domésticos en comparación con los de mayor escala que además usan sistemas de control que monitorean el proceso de digestión. En cualquier caso, ya sea que se introduce tecnología de automatización en el biodigestor o no, la implementación de los mismos reduce la contaminación ambiental al reducirse la emisión de metano.

En el estado, el estiércol se produce en diferentes zonas de la región y que una parte se produce en el sector privado. Por consiguiente, se requiere investigar como estos factores influyen en la capacidad de aprovechar el potencial energético de estos residuos, lo que implica desarrollar un análisis logístico para la ubicación potencial de los biodigestores, considerando aspectos como el transporte del estiércol.

REFERENCIAS

- [1] SIAP, “La ganadería: símbolo de fortaleza del campo mexicano”, 6-mar-2018. [blog]. Disponible en <https://www.gob.mx/siap/articulos/la-ganaderia-simbolo-de-fortaleza-del-campo-mexicano>
- [2] INEGI, “Encuesta nacional agropecuaria”. (2014). Disponible en www.inegi.org.mx
- [3] CEDRSSA, “La importancia de la industria avícola en México”, Cámara de Diputados, CDMX, MX, *Reporte*, Jul. 2019. Disponible en http://www.cedrssa.gob.mx/post_la_importancia_de_la_n_industria_avn-cola-n_en_mn-xico.htm
- [4] FIRCO, *Diagnóstico general de la situación actual de los sistemas de biodigestión en México*. CDMX, MX: FIRCO/SAGARPA, 2011. Recuperado de https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/SAGARPA-FIRCO%202009.%20Diagnóstico%20General%20de%20la%20Situación%20de%20Biodigestión%20en%20México.pdf
- [5] INEGI, “Censo de población y vivienda 2020”, (2020). Disponible en <http://censo2020.mx/>
- [6] A. Ruiz, “Los ganaderos sonorenses saben producir muy bien. Entrevista con Héctor Platt Martínez, presidente de la Unión Ganadera Regional de Sonora”, *ce*, vol. 18, no. 2, 2019. Disponible en <https://www.revistacomercioexterior.com/articulo.php?id=872&t=los-ganaderos-sonorenses-saben-producir-muy-bien>
- [7] Redacción Porcicultura.com, “La exportación de carne de cerdo en sonora generó ingresos por más de 310 mdd”, 14-ene-2020. [Boletín de noticias]. Disponible en <https://www.porcicultura.com/destacado/La-exportacion-de-carne-de-cerdo-en-Sonora-genero-ingresos-por-mas-de-310-mdd.->
- [8] Smart Energy Sonora, *Mapa de ruta de energía de energía de Sonora*. CDMX, MX: Knoware, 2016. Recuperado de <https://coees.sonora.gob.mx/images/archivos/mapa-de-ruta-de-energia-sonora-final-8-agosto.pdf>
- [9] COCEF, *Emisiones de gases de efecto invernadero en Sonora y proyecciones de casos de referencia 1990-2020*. Mx/USA: BECC/COCEF, 2010. Recuperado de https://www.nadb.org/uploads/files/inventario_emisiones_gei_sonora_junio_2010.pdf
- [10] COEES, *Balance de Energía del Estado de Sonora 2010*. SON, MX: COEES, 2010. Recuperado de <https://coees.sonora.gob.mx/images/descargas/Energias-Renovables/Balance-de-energia-Sonora-2010.pdf>
- [11] A. Sagastume, J. J. Cabello, L. Hens & C. Vandecasteele, “The energy potential of agriculture, agroindustrial, livestock, and slaughterhouse biomass wastes through direct combustion and anaerobic digestion. The case of Colombia”, *J Clean Prod*, vol. 269, Oct. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122317>
- [12] F. G. Denogean, S. Moreno, F. Ayala, F. A. Ibarra, M. H. Martín y R. Retes, “La ganadería bovina para carne en Sonora, México en la actualidad”, presentado al *XXVI Congreso Internacional en Administración de Empresas Agropecuarias*, CIAEA, Hermosillo, Sonora, MX, May. 2013. Recuperado de <https://dagus.unison.mx/publicaciones/congresos/XXVI%20CONGRESO%20INTERNACIONAL%20EN%20ADMINISTRACION/LA%20GANADERIA%20BOVINA.pdf>
- [13] INEGI, “La porcicultura en Sonora”. (2007). Disponible en www.inegi.org.mx
- [14] SAGARHPA, *Programa de mediano plazo de desarrollo pecuario 2016-2021*. Hermosillo, Sonora, MX: Sonora, 2016. Disponible en <https://desaladora.sonora.gob.mx/images/transparencia/programas/programa-sectorial-mediano-plazo-sagarhpa.pdf>
- [15] V. J. Gutiérrez, I. F. Ramírez, G. Encarnación y A. Medina, *Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos*. CDMX, MX: INECC/SEMARNAT, 2012. Recuperado de <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/Documentos/Ciga/libros2009/CD001408.pdf>
- [16] SEMARNAT, *Diagnóstico básico para la gestión integral de residuos 2020*. CDMX, MX: INECC, 2020. Recuperado de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf>
- [17] A. Sagastume, J. J. Cabello, L. Hens & C. Vandecasteele, “The energy potential of agriculture, agroindustrial, livestock, and slaughterhouse biomass wastes through direct combustion and anaerobic digestion. The case of Colombia”, *J Clean Prod*, vol. 269, Oct. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122317>
- [18] E. Jaramillo, “Propuesta de diseño de un biodigestor casero”, *Tesis grado*, IQI, IPN, CDMX, MX, 2011. Recuperado de <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/25406/1/Propuesta%20de%20diseño%20de%20un%20biodigestor%20casero.pdf>
- [19] Smart Energy Sonora, *Mapa de ruta de energía de energía de Sonora*. CDMX, MX: Knoware, 2016. Recuperado de <https://coees.sonora.gob.mx/images/archivos/mapa-de-ruta-de-energia-sonora-final-8-agosto.pdf>
- [20] SEMARNAT, “Consumo de Energía por Hogar”. (2016). Disponible en http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D2_ENERGIA06_20&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce&NOMBREENTIDAD=* &NOMBREANIO=*
- [21] INEGI, *Panorama sociodemográfico de México*. CDMX, MX: INEGI, 2020. Recuperado de https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_es-truc/702825197711.pdf