

## Estrategias frente al cambio climático desde un enfoque de sustentabilidad en el sector educativo de Jalcocotán

Strategies against climate change from a sustainability approach in the educational sector of Jalcocotán

<sup>1</sup>\*Ulises Mercado Burciaga

<sup>1</sup> Departamento de Sistemas de Producción e Investigación/Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario, C.P. 63758, Guadalupe Victoria, San Blas, Nayarit, México. Tel. (323) 237 0103. [ulisesmercadob130@dgetaycm.sems.gob.mx](mailto:ulisesmercadob130@dgetaycm.sems.gob.mx)

\*Autor de correspondencia

### Resumen

Uno de los mayores problemas actuales es el cambio climático debido a la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, producto de las actividades humanas. El objetivo de la investigación fue diseñar estrategias frente al cambio climático desde un enfoque de sustentabilidad con el fin de contribuir a la toma de decisiones en las escuelas de Jalcocotán, para disminuir el CO<sub>2</sub> asociado al consumo de alimentos, traslados y consumo de energía eléctrica. Para esto, se analizaron las emisiones de CO<sub>2</sub> del consumo de alimentos, traslados y consumo de energía eléctrica, se identificó la actividad de mayor impacto y se diseñaron las estrategias. Los resultados muestran que el traslado a las escuelas contribuye con el 73% del total de emisiones de CO<sub>2</sub>, el consumo de alimentos lo hace con el 24% y el consumo de energía eléctrica con el 3%. Finalmente, se implementó un plan de reforestación y de movilidad ecológica.

**Palabras clave:** Sustentabilidad; educación sustentable; neutralidad de carbono; CO<sub>2</sub>; movilidad ecológica.

### Abstract

One of the biggest current problems is climate change due to the concentration of greenhouse gases in the atmosphere produced by human activities. The objective of this research was to design strategies against climate change from a sustainability approach in order to contribute to decision-making in schools from Jalcocotán, aiming to reduce CO<sub>2</sub> emissions associated with food consumption, transportation, and electricity consumption. To this end, CO<sub>2</sub> emissions from food consumption, transportation, and electricity consumption were analyzed, the activity with the greatest impact was identified, and strategies were designed. Results show that the transfer to schools contributes with 73% of total CO<sub>2</sub> emissions, food consumption with 24%, and electricity consumption with 3%. Finally, a reforestation and ecological mobility plan was implemented.

**Keywords:** Sustainability; sustainable education; carbon neutrality; CO<sub>2</sub>; ecological mobility.

Recibido: 13 de septiembre de 2022

Aceptado: 24 de febrero de 2023

Publicado: 29 de marzo de 2023

**Cómo citar:** Mercado Burciaga, U. (2023). Estrategias frente al cambio climático desde un enfoque de sustentabilidad en el sector educativo de Jalcocotán. *Acta Universitaria* 33, e3699. doi: <http://doi.org/10.15174/au.2023.3699>

## Introducción

En la actualidad, uno de los mayores problemas ambientales a escala mundial que el ser humano enfrenta es el cambio climático, producto de la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera de origen antropogénico y que son producto del uso de combustibles fósiles. Del total de emisiones antropogénicas de GEI globales emitidas en 2010, el sector de la energía fue el que más contribuyó, con un 35% del total de las emisiones (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC], 2014). El protocolo de Kioto (Naciones Unidas [un], 1998) considera seis GEI, donde el CO<sub>2</sub> es el principal con una representación del 76% del total de las emisiones de GEI (IPCC, 2015). Las principales fuentes de emisiones globales de CO<sub>2</sub> son producto del uso de combustibles fósiles y de la actividad industrial, y más de un 40% de estas emisiones se concentran en la atmósfera y hasta ahora siguen en aumento (Friedlingstein *et al.*, 2020; Le Quéré *et al.*, 2018).

En este sentido, para hacer frente a la problemática del cambio climático y lograr una sociedad sustentable y consciente por disminuir los consumos de energía, y en consecuencia las emisiones de CO<sub>2</sub>, la educación debe desempeñar un papel importante para la formación de las personas; es decir, se requiere de una mejora en las competencias de los educadores, líderes y tomadores de decisiones en todos los niveles de la educación. Sin embargo, en la actualidad, la educación tradicional a menudo contribuye a una vida insostenible, por lo que es necesario la reorientación de la educación hacia el desarrollo sustentable (Comisión Económica para las Naciones Unidas para Europa [UNECE], 2012). Algunos investigadores sostienen que el llevar a cabo una gestión de la educación tradicional no es suficiente para lograr el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sustentable (ODS) y las metas establecidas en la Agenda 2030 por las Naciones Unidas (Ndubuka & Rey-Marmonier, 2019).

Las Naciones Unidas dentro de sus prioridades marca un cambio importante para el área educativa a través de los ODS, promoviendo una educación de calidad (Milovantseva *et al.*, 2018). Con base en lo anterior, el enfoque de sustentabilidad en el campo de la gestión de la educación ha aumentado en los últimos años, exigiendo que las escuelas se adapten a los desafíos globales y locales (Kolb *et al.*, 2017). En el ámbito global, con respecto a las iniciativas educativas, se tienen acuerdos y actividades internacionales como los ODS y los Principios para la Educación en Gestión Responsable (PRME, por sus siglas en inglés), ambos establecidos por las Naciones Unidas. En el ámbito medio se tienen organismos nacionales que apoyan la sustentabilidad en la educación superior, y en el ámbito local se tienen las instituciones educativas, es decir, las escuelas y las áreas individuales de las mismas (Molthan-Hill *et al.*, 2020).

Sin embargo, a pesar de los objetivos y metas establecidas en los acuerdos internacionales que promueven la sustentabilidad, no se ha logrado un cambio de visión que integre comportamientos y estilos de vida sustentables en las organizaciones (Matteo, 2018), y el cambio climático sigue estando presente aún más ante la actual recuperación de los niveles de emisiones de CO<sub>2</sub> que se tuvieron hasta antes de la pandemia causada por el virus SARS-CoV-2 (covid-19) (Jackson *et al.*, 2021). En este sentido, es evidente que estos objetivos y metas no han sido lo suficientemente efectivas como para concientizar a la sociedad y con ello lograr reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y cumplir con las disposiciones del Acuerdo de París, que establece que la temperatura media global sea inferior a 2 °C en comparación con los niveles preindustriales (Nußholz *et al.*, 2018). Si se requiere dar cumplimiento a lo establecido en dicho Acuerdo, la reducción de GEI por parte de las organizaciones que componen todos los sectores, y en este caso el sector de la educación, es fundamental (IPCC, 2019). En este sentido, los escenarios actuales proyectan aumentos de temperatura global de 3.2 °C a 5.4 °C para el año 2100, e incluso el cumplimiento de todas las estrategias determinadas en el Acuerdo de París implicaría un calentamiento medio de 2.6 °C a 3.1 °C en 2100 (Rogelj *et al.*, 2016).

Por lo tanto, es necesario implementar alternativas diferentes para la gestión de la educación directamente en las organizaciones (escuelas) alineadas a los ODS y a los PRME. Expertos en el área de la gestión educativa sostienen que el llevar a cabo una gestión de la educación responsable a nivel institucional, es decir, directamente en las escuelas (Molthan-Hill *et al.*, 2020), puede ayudar a estas a contribuir al cumplimiento de los ODS (Ndubuka & Rey-Marmonier, 2019), especialmente al objetivo 13 (acción por el clima) y con ello poder contribuir a la disminución del impacto al cambio climático.

Por lo tanto, un gran inicio para lograr lo anterior y contribuir al cumplimiento de los ODS es lograr organizaciones (escuelas) comprometidas con la sociedad y sustentables, que fomenten y promuevan el uso responsable de los recursos naturales, de tal manera que contribuyan de forma directa e indirecta a una cultura de desarrollo sustentable, de estudio y educación ambiental a través de sus actores principales: alumnos, docentes, administrativos y directivos, es decir, fomentar en ellos la disminución del uso de combustibles fósiles asociados al consumo energético. En este sentido, el objetivo de la presente investigación es diseñar estrategias y buenas prácticas de cambio climático desde un enfoque de sustentabilidad, relacionadas con la disminución del consumo energético (combustibles fósiles), el cual está asociado al consumo de productos alimenticios, a los traslados y a la utilización de equipo electrónico y tecnológico en las escuelas, con el fin de contribuir a la toma de decisiones para disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub> y en consecuencia el impacto al cambio climático.

## Materiales y métodos

Para lograr el cumplimiento de los objetivos de la presente investigación se tomará como base el procedimiento metodológico propuesto por Mercado *et al.* (2019) para el cálculo y análisis de las emisiones de CO<sub>2</sub>, mismo que forma parte de la metodología diseño de estrategias organizacionales frente al cambio climático (DEO-CC) establecida por Mercado (2020).

El tipo de estudio que se considera para la presente investigación es exploratorio debido a que anteriormente no se han analizado las emisiones de CO<sub>2</sub> de las organizaciones (escuelas) del sector educativo de la comunidad de Jalcocotán (primaria, secundaria y bachillerato), asociadas a la quema de combustibles fósiles para el consumo de productos alimenticios, traslados a las escuelas y la utilización de equipo electrónico y tecnológico (consumo energético) de alumnos, docentes, administrativos y directivos.

El contexto o zona de estudio es la comunidad de Jalcocotán, misma que se ubica en una zona costera en el municipio de San Blas, Nayarit. De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en su censo de población 2020, Jalcocotán se ubica geográficamente a 105° 05' 55.549" O, 21° 28' 51.460" N y a una altitud de 425 m. s. n. m.; además, tiene una población total de 4400 habitantes, de los cuales 2176 son mujeres (49.45%) y 2224 son hombres (50.55%). De la población total de la comunidad de Jalcocotán, solo el 43% se encuentra económicamente activa, principalmente en actividades de agricultura y de comercio minorista. En cuanto a sus características y servicios educativos, la comunidad de Jalcocotán cuenta con escuela para los niveles de preescolar, primaria, secundaria y bachillerato. El grado de escolaridad promedio es de 7.72, lo que equivale a un poco más de primero de secundaria (INEGI, 2020).

## Población y muestra

La unidad de análisis para el presente estudio son las organizaciones que conforman el sector educativo de Jalcocotán, es decir, las escuelas de los niveles primaria, secundaria y bachillerato. Para determinar la muestra por nivel educativo se utilizaron las fórmulas generales de la estadística (Hernández, 2014). En este sentido, para determinar el total de población del sector educativo de Jalcocotán, se visitó a cada una de las escuelas de la comunidad y se solicitó a los directores y/o coordinadores de cada una de las escuelas información sobre la matrícula de estudiantes, número de docentes y administrativos para el ciclo escolar 2021-2022, obteniendo los datos siguientes: 491 estudiantes, 47 docentes y 9 administrativos. Una vez que se obtuvieron los datos de la población, se calcularon diferentes muestras por cada escuela de nivel educativo; es decir, se calculó el número de estudiantes, docentes y administrativos a encuestar por cada escuela de nivel educativo, obteniendo una muestra total de 53 estudiantes, 26 docentes y ocho administrativos.

## Procedimiento y recolección de datos

La recolección de datos para llevar a cabo el cumplimiento de los objetivos de la presente investigación, es decir, determinar las emisiones de CO<sub>2</sub> que genera el sector educativo de la comunidad de Jalcocotán y que impactan de manera directa al cambio climático, se realizó de la siguiente manera.

## Emisiones de CO<sub>2</sub> de alimentos de mayor consumo

Se identificaron los productos alimenticios de mayor consumo en las escuelas del sector educativo de la comunidad de Jalcocotán a través de la aplicación de una entrevista-encuesta a estudiantes por nivel educativo. Para el caso de la primaria, se aplicó la entrevista-encuesta a 17 estudiantes de sexto año, en la secundaria se aplicó a 19 estudiantes de tercer año y en el bachillerato se aplicó a 17 estudiantes de quinto semestre.



Figura 1. Aplicación de entrevista-encuesta a estudiantes del sector educativo de Jalcocotán.  
Fuente: Elaboración propia.

En el cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> de los productos alimenticios y bebidas de mayor consumo (medidas en KgCO<sub>2</sub>), se consideró el traslado de ida y vuelta desde el lugar de fabricación hasta el lugar de venta en cada una de las escuelas (primaria, secundaria y bachillerato), utilizando los criterios de la metodología propuesta por Mercado *et al.* (2019). La ruta de traslado que se consideró fue la Carretera Federal Libre 76, y el cálculo de las distancias de los traslados se realizó con ayuda de la aplicación Google Maps. Para el análisis de las emisiones de CO<sub>2</sub>, solo se consideró el consumo de diésel para su traslado del lugar de donde se fabrican hasta el lugar de venta. Se utilizó el valor de 2.596 kgCO<sub>2</sub>/lt como factor de emisión para el combustible diésel propuesto por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC, 2014).

## Emisiones de CO<sub>2</sub> de traslados de docentes y administrativos a las escuelas

Se identificaron las localidades de origen y medios de transporte para los traslados a las escuelas del sector educativo de la comunidad de Jalcocotán a través de una entrevista-encuesta a docentes y administrativos por nivel educativo. Para el caso de la primaria se aplicó la entrevista-encuesta a siete docentes y a un administrativo, en la secundaria se aplicó a nueve docentes y a cinco administrativos y en el bachillerato se aplicó a 10 docentes y a dos administrativos.

El cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> medidas en KgCO<sub>2</sub> de los traslados de los docentes y administrativos del sector educativo de la comunidad de Jalcocotán se realizó con base en la determinación de la distancia de ida y vuelta en kilómetros (km) desde el lugar de origen hasta el lugar donde se localizan las escuelas, considerando la ruta de traslado (Carretera Federal Libre 76). El cálculo de las distancias de los traslados se realizó con ayuda de la aplicación Google Maps. Además, se consideró el consumo promedio de gasolina con base en el rendimiento combinado de acuerdo al tipo de vehículo (INECC, 2017; Secretaría de Energía [Sener]-Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía [CONUEE], 2020) que se utiliza para los traslados del lugar de origen de los docentes y administrativos a cada una de las escuelas que conforman el sector educativo de la comunidad de Jalcocotán; asimismo, se utilizó el factor de emisión para el combustible de gasolina (2.322 kgCO<sub>2</sub>/lt) propuesto por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC, 2014).

Para la presente investigación no se consideró a los estudiantes para el cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> de traslados a las escuelas debido a que su localidad de origen es la misma comunidad, Jalcocotán.

## Emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al consumo de energía eléctrica

Se consultaron los datos de consumo de energía eléctrica en kilowatts hora (Kwh) en los recibos de luz que emite la Comisión Federal de Electricidad (CFE) en cada una de las escuelas del sector educativo de la comunidad de Jalcocotán. Debido a la pandemia ocasionada por el virus SARS-CoV-2 (covid-19), las escuelas permanecieron cerradas durante el periodo marzo 2020-julio 2021, por lo que los consumos energéticos en dichas escuelas fueron los mínimos durante ese periodo. Además, se encontró con la problemática de que las escuelas no tienen sus registros de los periodos anteriores al año 2020, y la CFE no proporcionó dicha información. En este sentido, para el presente estudio únicamente se consideraron los consumos de energía eléctrica del bimestre agosto-septiembre 2021. Con base en los consumos de energía eléctrica, se determinaron las emisiones de CO<sub>2</sub> utilizando el factor de emisión de la producción de electricidad, mismo que se calculó considerando la información del consumo de combustibles para producción de electricidad 2005-2015 del Balance Nacional de Energía 2015, de la Secretaría de Energía (Sener, 2016), el cual fue de 0.23 KgCO<sub>2</sub>/Kwh.

## Resultados

Los resultados de la entrevista-encuesta 1 que se aplicó a los estudiantes muestran que el 42% de los estudiantes del sector educativo de Jalcocotán consumen alimentos procesados, principalmente botanas saladas (frituras). En cuanto a las bebidas, el 53% del total consume agua natural embotellada, siendo el tipo de bebida que más se consume por los estudiantes del sector educativo de Jalcocotán.

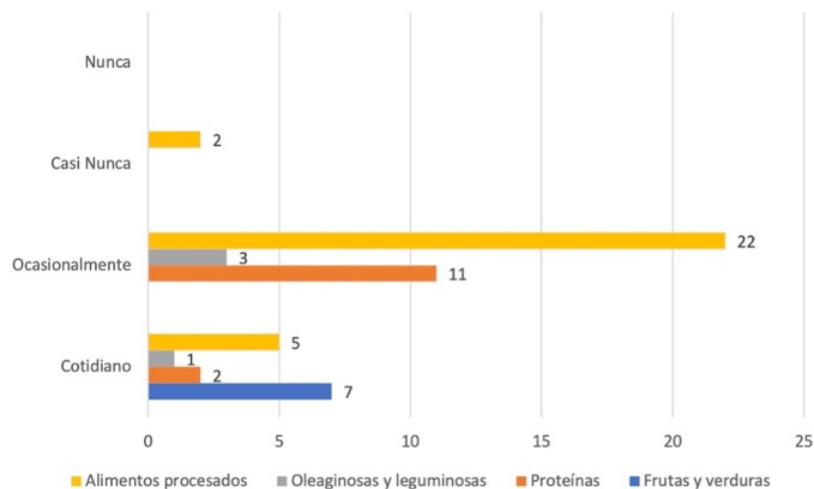


Figura 2. Consumo de alimentos por categoría por los estudiantes del sector educativo de Jalcocotán.  
Fuente: Elaboración propia.

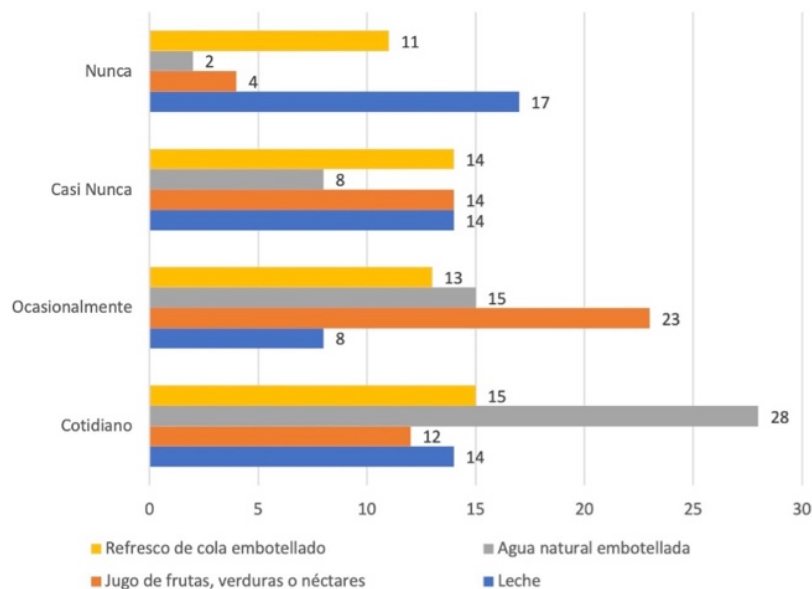


Figura 3. Consumo de bebidas de los estudiantes del sector educativo de Jalcocotán.  
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos en la encuesta-entrevista 2 que se aplicó a docentes y administrativos del sector educativo de Jalcoctán muestran que el 88% del total vive en la ciudad de Tepic, Nayarit, y el 71% se traslada en automóvil particular que utiliza gasolina como fuente de combustible.

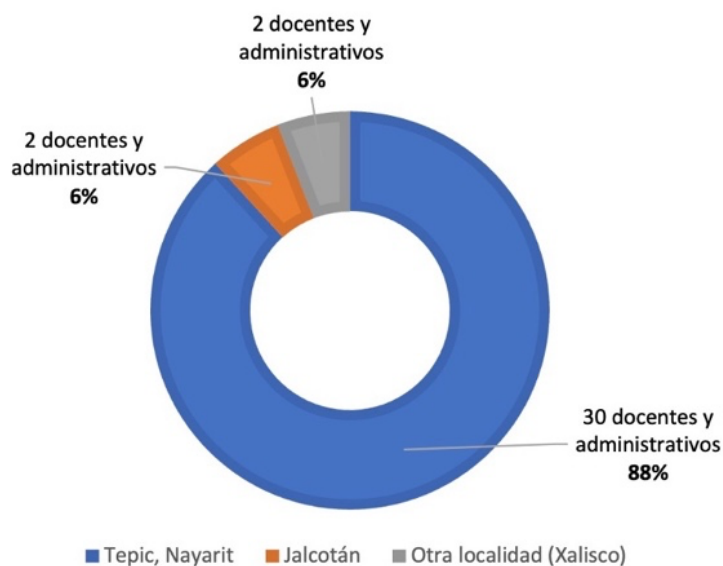


Figura 4. Lugar de origen de docentes y administrativos del sector educativo de Jalcoctán.  
Fuente: Elaboración propia.

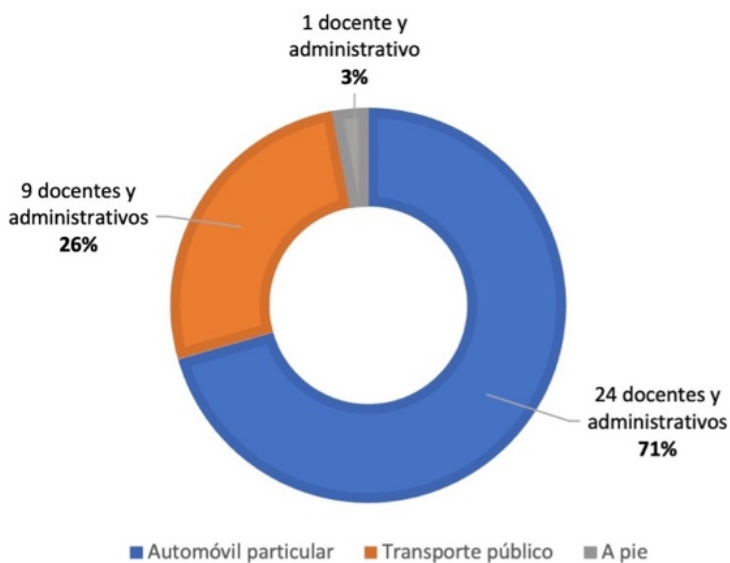


Figura 5. Medio de transporte de docentes y administrativos del sector educativo de Jalcoctán.  
Fuente: Elaboración propia.

## Emisiones de CO<sub>2</sub> de alimentos y bebidas de mayor consumo

La Tabla 1 muestra las emisiones totales de CO<sub>2</sub> del agua embotellada, emisiones que son causadas por el traslado del producto desde el lugar de su fabricación hasta la comunidad de Jalcocotán en el periodo agosto-septiembre 2021.

Tabla 1. Emisiones totales de CO<sub>2</sub> del agua embotellada, periodo agosto-septiembre 2021.

Origen	Destino	Distancia (km)	Rendimiento promedio lt/km	Consumo promedio total (lt)	Factor de emisión (kgCO <sub>2</sub> /lt)	Emisiones (kgCO <sub>2</sub> )	Total de viajes	Emisiones totales (kgCO <sub>2</sub> )
Planta embotelladora	Jalcocotán	31.00	0.5	31.00	2.596	80.48	24	1931.42
Jalcocotán	Planta embotelladora	31.00						
Total		62.00						1931.42

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 2 muestra las emisiones totales de CO<sub>2</sub> de las botanas saladas (frituras), emisiones que son causadas por el traslado del producto desde el lugar de su fabricación hasta la comunidad de Jalcocotán en el periodo agosto-septiembre 2021.

Tabla 2. Emisiones totales de CO<sub>2</sub> de las botanas saladas (frituras), periodo agosto-septiembre 2021.

Origen	Destino	Distancia (km)	Rendimiento promedio lt/km	Consumo promedio total (lt)	Factor de emisión (kgCO <sub>2</sub> /lt)	Emisiones (kgCO <sub>2</sub> )	Total de viajes	Emisiones totales (kgCO <sub>2</sub> )
1. Celaya, Guanajuato	2. Tepic, Nayarit	522.50	0.5	261.25	2.596	678.21	1	678.21
2. Tepic, Nayarit	3. Jalcocotán	31.00	12.1	2.56	2.596	6.65	16	106.41
Total		553.50						784.62

Fuente: Elaboración propia.

## Emisiones de CO<sub>2</sub> de traslados de docentes y administrativos a las escuelas

Los resultados muestran que más del 70% de los docentes y administrativos viven en Tepic, Nayarit, y se trasladan a las escuelas del sector educativo de Jalcocotán en automóvil particular que utiliza gasolina como combustible. En este sentido, la Tabla 3 muestra las emisiones totales de CO<sub>2</sub> (229 kgCO<sub>2</sub>) generadas por los docentes y administrativos al trasladarse en automóvil particular desde su lugar de origen (Tepic, Nayarit) hasta la comunidad de Jalcocotán en un día. Por lo tanto, en el periodo agosto-septiembre 2021, considerando 36 días hábiles, los docentes y administrativos generaron un total de 8259.29 kgCO<sub>2</sub>.



Tabla 3. Emisiones totales de CO<sub>2</sub> de traslados de docentes y administrativos a las escuelas.

Origen	Destino	Distancia (km)	Rendimiento promedio lt/km	Consumo promedio total (lt)	Factor de emisión (kgCO <sub>2</sub> /lt)	Emisiones (kgCO <sub>2</sub> )	Total de docentes	Emisiones totales (kgCO <sub>2</sub> )
Tepic	Jalcocotán	31.00	15.06	4.12	2.322	9.56	24	229
Jalcocotán	Tepic	31.00						
Total		62.00						229

Fuente: Elaboración propia.

### Emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al consumo energético del sector educativo de Jalcocotán

La Tabla 4 muestra los resultados de las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al consumo energía eléctrica del periodo agosto-septiembre 2021 de las escuelas del sector educativo de Jalcocotán, siendo el bachillerato el nivel educativo que más emisiones aporta, con un total del 209.30 kgCO<sub>2</sub>, el cual representan el 56% de las emisiones totales, por debajo se encuentra el nivel de primaria (29%) y el de secundaria (15%).

Tabla 4. Emisiones totales de CO<sub>2</sub> asociadas al consumo de energía eléctrica en el sector educativo de Jalcocotán, periodo agosto-septiembre 2021.

Escuelas por nivel educativo	Consumo energético (Kwh)	Factor de emisión (KgCO <sub>2</sub> /Kwh)	Emisiones (KgCO <sub>2</sub> )
Primaria	471.50	0.23	108.45
Secundaria	249.50	0.23	57.39
Bachillerato	910.00	0.23	209.30
Total			375.13

Fuente: Elaboración propia.

### Evaluación de la confiabilidad (fiabilidad) y validez del instrumento de medición

El análisis de consistencia interna de los ítems que conforman la entrevista-encuesta 1 tiene un valor de alfa de Cronbach de 0.511 (95% de intervalo de confianza, 0.286, 0.686). De acuerdo con Nunnally (como se citó en Frías-Navarro, 2022), el valor de alfa de Cronbach de 0.511 es suficiente por ser un tipo de estudio exploratorio, en los cuales un valor de consistencia interna de 0.6 o 0.5 puede ser aceptable.

### Discusión

Al término del presente estudio, y con base en los resultados obtenidos en la presente investigación, el impacto al cambio climático del sector educativo de la comunidad de Jalcocotán con respecto a la generación de emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al uso de combustibles fósiles para el consumo de productos alimenticios, para las actividades de traslado a las escuelas y para la utilización de tecnología y equipo es el siguiente.

El sector educativo de Jalcocotán en total generó 11351.36 kgCO<sub>2</sub> en el periodo agosto-septiembre 2021, y la Figura 1 muestra el total de emisiones de CO<sub>2</sub> por actividad generadas por el consumo de combustibles, principalmente gasolina y diésel para los traslados de alimentos y bebidas, así como para traslados de los docentes y administrativos, ambos casos a las escuelas y por el consumo de energía eléctrica. La actividad que más emisiones genera, con un total del 8259.29 kgCO<sub>2</sub> (73%), es el traslado de los docentes y administrativos a las escuelas. La actividad de consumo de alimentos y bebidas es la segunda actividad que más emisiones genera, con un total de 2176.94 kgCO<sub>2</sub> (24%) y la actividad de consumo energía eléctrica es la que menos aporta con tan solo un total de 375.13 kgCO<sub>2</sub> (3%).

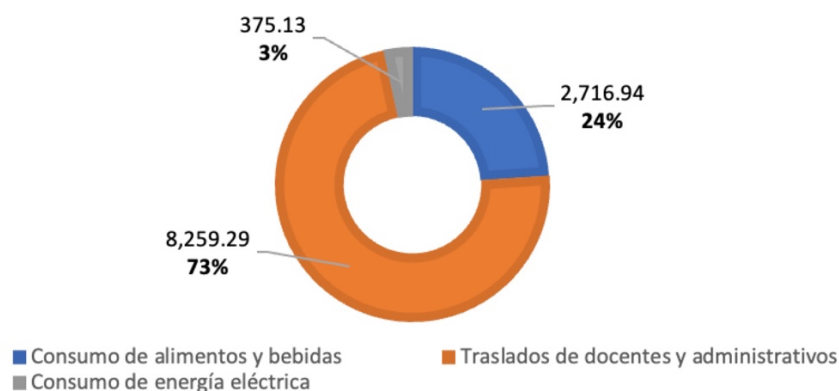


Figura 6. Total de emisiones de CO<sub>2</sub> (kgCO<sub>2</sub>) por actividad en el sector educativo de Jalcocotán, periodo agosto-septiembre 2021.  
Fuente: Elaboración propia.

## Diseño de estrategias frente al cambio climático desde un enfoque de sustentabilidad

Para el diseño de estrategias se consideró el enfoque de sustentabilidad en sus cuatro dimensiones: económica, social, ambiental y cultural (Tabla 5).

Tabla 5. Diseño de estrategias frente al cambio climático desde un enfoque de sustentabilidad.

Dimensión del Desarrollo Sustentable	Estrategias
Económica	<i>Neutralidad de carbono</i> (Huella cero de carbono). La neutralidad de carbono se consigue cuando se emite la misma cantidad de CO <sub>2</sub> a la atmósfera de la que se retira por distintas vías, lo que deja un balance cero. Las dos vías para alcanzar la neutralidad de carbono son: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Captura de carbono a través de un plan de reforestación.</li> <li>• Compensación de carbono: reducir demanda energética, buscar la eficiencia energética.</li> </ul>
Social	
Ambiental	
Cultural	

Fuente: Elaboración propia.

*Captura de carbono a través de un plan de reforestación.* El 44% del total de las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por el ser humano se concentran en la atmósfera (Le Quéré *et al.*, 2015). De acuerdo con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp, 2018), un árbol inhala un promedio de 12 kgCO<sub>2</sub> en un año. Con base en lo anterior, para el presente caso se propone plantar 416 árboles convencionales para absorber el 44% de las emisiones totales de CO<sub>2</sub> que generó el sector educativo de Jalcocotán, dicho porcentaje equivale a 4994 kgCO<sub>2</sub> que se almacenarían en la atmósfera si no se toman acciones de mitigación. Por lo tanto, con los 416 árboles se pueden mitigar los 4994 kgCO<sub>2</sub> que no pudieron ser absorbidos por los árboles ya existentes. En este sentido, se invitó a toda la comunidad del sector educativo de Jalcocotán a participar en este programa de reforestación como estrategia para disminuir su impacto al cambio climático y que consistió en la plantación de árboles de distintas variedades en zonas estratégicas de la comunidad.

*Compensación de carbono.* Se propuso reducir la demanda energética producto de los traslados de los docentes y administrativos, para ello se fomentó la movilidad ecológica y se buscó la implementación de las ocho recomendaciones que se muestran en la Tabla 6 y que tienen como fin ahorrar combustible para los traslados de docentes y administrativos a las escuelas.

Tabla 6. Recomendaciones para la movilidad ecológica en el Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 130 (CBTA 130).

1. Arranque y velocidad	Al inicio del recorrido, avance a velocidad moderada, acelerando progresivamente. Acelere gradualmente con suavidad el pedal del acelerador. Pisarlo a fondo produce hasta cuatro veces más consumo de gasolina.
2. Anticipación	Mantenga una velocidad constante. Anticiparse a las situaciones de frenado y aceleración de tránsito.
3. Cambio de velocidad	En vehículos de transmisión manual, cuando el sistema motriz lo permita, cambie a una velocidad superior. Velocidades a cuarta, quinta y sexta son posiciones que ahorran gasolina. En la mayoría de los vehículos se puede mantener una velocidad de 60 km/h en cuarta e incluso en quinta velocidad.
4. Actitud positiva al volante	No se apresure, respete el reglamento vial, relájese, esté alerta, anticipese sin forzar el vehículo. No frene bruscamente, conserve la distancia, prevea las disminuciones y aumentos de velocidad. Evite forzar los cambios y dejar que el vehículo adquiera su propia velocidad en pendientes.
5. Aerodinámica	Al manejar en carretera, cierre las ventanas y use la ventilación interior.
6. Control de gastos	Registre los pagos en las gasolineras para controlar el consumo. Esto ayuda a reconocer anomalías en el rendimiento de su automóvil y, a la vez, a mantener en observación el estado de este.
7. Mantenimiento del automóvil	La única forma de tener un vehículo seguro y eficiente en el uso de combustible es dándole mantenimiento.
8. Uso compartido del vehículo.	Comparta el vehículo con dos, tres o más personas que se trasladen al plantel.

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se buscará la eficiencia energética a través de la instalación de focos ahorradores de energía y aparatos de alta eficiencia energética en las escuelas, con el fin de disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con el consumo energético y así alcanzar la neutralidad de carbono.

## Conclusiones

Al finalizar el presente estudio, se puede concluir que se logró cumplir con el objetivo general de la investigación, es decir, diseñar estrategias y prácticas frente al cambio climático desde un enfoque de sustentabilidad, con el fin de contribuir a la toma de decisiones en las escuelas que conforman el sector educativo de la comunidad Jalcocotán (primaria, secundaria y bachillerato), para disminuir sus emisiones de CO<sub>2</sub> y en consecuencia su impacto al cambio climático, dichas emisiones están asociadas a la quema de combustibles fósiles para el consumo de productos alimenticios, para traslados y para la utilización de equipo electrónico y tecnológico de alumnos, docentes, administrativos y directivos. En este sentido, en total se diseñó e implementó la estrategia neutralidad de carbono, misma que impacta directamente en las cuatro dimensiones del desarrollo sustentable: al implementar las recomendaciones de movilidad ecológica para los traslados de los docentes y administrativos se disminuirán sus gastos en combustible (dimensión económica); el promover e implementar estrategias y prácticas sustentables en el plantel tendrá un impacto positivo en toda la comunidad escolar (dimensión social); al disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub> se contribuirá a disminuir el impacto al cambio climático y en consecuencia al cuidado del medio ambiente (dimensión ambiental); y el comunicar e implementar las estrategias y prácticas propuestas incrementará el conocimiento y conciencia sobre el cambio climático y sustentabilidad (dimensión cultural).

El sector educativo de Jalcocotán en total generó 11 351.36 kgCO<sub>2</sub> en el periodo agosto-septiembre 2021 por el consumo de combustibles, principalmente gasolina y diésel para los traslados de los alimentos y bebidas, los traslados de los docentes y administrativos a las escuelas y por el consumo de energía eléctrica. Del total de las emisiones generadas, el traslado de los docentes y administrativos a las escuelas contribuye con el 73%, el consumo de alimentos y bebidas con el 24% y el consumo de energía eléctrica con apenas el 3%.

En atención a la actividad de traslado de los docentes y administrativos a las escuelas, siendo la actividad que más contribuye a las emisiones de CO<sub>2</sub>, es necesario primeramente reducir la demanda energética (consumo de gasolina), para ello se fomentará la movilidad ecológica y la implementación de buenas prácticas para ahorrar combustible en el automóvil para los traslados de los docentes y administrativos. Posteriormente, para buscar la eficiencia energética en el sector educativo de Jalcocotán, se sugiere la instalación de focos ahorradores de energía y aparatos de alta eficiencia energética, con el fin de disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con el consumo energético y así alcanzar la neutralidad de carbono.

En este sentido, y con el fin de alcanzar la neutralidad de carbono, se propuso un plan de reforestación que consistió en la plantación de 416 árboles convencionales para absorber el 44% de las emisiones totales de CO<sub>2</sub> que generó el sector educativo de Jalcocotán, dicho porcentaje equivale a la cantidad de CO<sub>2</sub> que se almacenaría en la atmósfera si no se toman acciones de mitigación. Por lo tanto, los 416 árboles podrían mitigar el 44% de las emisiones que no alcanzan a ser absorbidos por los árboles ya existentes.

Entonces, el diseño de estrategias y prácticas frente al cambio climático desde un enfoque de sustentabilidad sin duda contribuye a la toma de decisiones en el sector educativo de la comunidad de Jalcocotán para disminuir sus emisiones de CO<sub>2</sub> y en consecuencia el impacto al cambio climático, dichas emisiones están asociadas a la quema de combustibles fósiles para el consumo de productos alimenticios, para traslados y para la utilización de equipo electrónico y tecnológico, por lo que la hipótesis planteada en la presente investigación se valida.

Las aportaciones más relevantes de la presente investigación son las siguientes. se contribuye en lo académico, en el área de las ciencias administrativas, con una metodología para la determinación de las emisiones de CO<sub>2</sub> de las organizaciones del sector educativo (escuelas), emisiones producto del consumo de combustibles fósiles asociadas al consumo de productos, traslados a las escuelas y utilización de equipo electrónico y tecnológico tanto de alumnos, docentes, administrativos y directivos, mismas que servirán como base para el diseño e implementación de buenas prácticas sustentables frente al cambio climático. En ese mismo sentido, la metodología puede ser utilizada por otros investigadores para hacer nuevos estudios, ya sea en otras escuelas de la Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria y Ciencias del Mar (DGETAyCM), o bien, considerar su aplicación en otros subsistemas de la Educación Media Superior. Además, la aplicación de esta metodología puede ser utilizada en otros niveles educativos, tales como Educación Básicas o Nivel Superior para promover el uso eficiente de los recursos y contribuir de forma directa e indirecta a una cultura de desarrollo sustentable, de estudio y de educación ambiental en torno a factores que propician el cambio climático.

En lo empresarial, las organizaciones del sector educativo (escuelas) de Educación Media Superior del sector privado, se verán beneficiadas al tener una metodología para medir su desempeño ambiental y en base a ello diseñar buenas prácticas sustentables frente al cambio climático. Además, la metodología permite a las escuelas establecer un diagnóstico de impacto ambiental dentro de la categoría de cambio climático, mismo que sirve como base para la toma de decisiones en la propia institución.

En el ámbito estatal, los resultados del diagnóstico de impacto ambiental para la categoría de cambio climático pueden contribuir significativamente a que el gobierno replique dicha metodología en otras instituciones educativas y que, a partir de los resultados, diseñe nuevas políticas y una legislación en materia de cambio climático y sustentabilidad en el ámbito de la gestión educativa.

A la sociedad en general, la presente investigación puede motivar a que otras instituciones educativas de todos los niveles educativos, tales como el nivel básico, nivel medio superior y nivel superior, utilicen la metodología propuesta como una guía para medir su desempeño ambiental para la categoría de cambio climático y, a partir de ello, puedan diseñar buenas prácticas sustentables frente al cambio climático.

Además, con la presente investigación se contribuye a impulsar la investigación en los estudiantes, docentes y directivos mediante la resolución de problemáticas a nivel local, además permite que los actores antes mencionados fortalezcan sus competencias en términos de aprendizaje y se involucren a promover el uso responsable de los recursos naturales, de tal manera que contribuyan de forma directa e indirecta a una cultura de desarrollo sustentable.

Por último, con el fin de establecer futuras líneas de investigación en relación al presente estudio, se recomienda ampliar el alcance de la investigación y considerar escenarios en una modalidad de estudio normal (presencial) en las escuelas y aplicarla en otros planteles del mismo subsistema (DGETAyCM) en Nayarit y así establecer estrategias y políticas para disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub> y en consecuencia el impacto al cambio climático a un nivel estatal.

## **Agradecimientos**

A la Coordinación Sectorial de Fortalecimiento Académico (COSFAC) de la Subsecretaría de Educación Media Superior (SEMS) por el apoyo brindado a través de la Convocatoria Programa de Innovación e Investigación Tecnológica y Educativa.

## Conflicto de interés

El autor declara no tener conflicto de interés en el presente trabajo.

## Referencias

- Comisión Económica para las Naciones Unidas para Europa (UNECE). (2012). Learning for the future: competences in education for sustainable development. En *United Nations Economic Commission for Europe Strategy for Education for Sustainable Development* (Vol. 26, Número 12). doi: <https://doi.org/10.7748/ns.13.4.58.s49>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2018). *Día mexicano del árbol*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/conanp/es/articulos/dia-mexicano-del-arbol-165506?idiom=es>
- Frías-Navarro, D. (2022). *Apuntes de estimación de la fiabilidad de consistencia interna de los ítems de un instrumento de medida*. Universidad de Valencia. <https://www.uv.es/friasnav/AlfaCronbach.pdf>
- Friedlingstein, P., O'Sullivan, M., Jones, M. W., Andrew, R. M., Hauck, J., Olsen, A., Peters, G. P., Peters, W., Pongratz, J., Sitch, S., Le Quéré, C., Canadell, J. G., Ciais, P., Jackson, R. B., Alin, S., Aragão, L. E. O. C., Arneth, A., Arora, V., Bates, N. R., ... Zaehle, S. (2020). Global carbon budget 2020. *Earth System Science Data*, 12(4), 3269–3340. doi: <https://doi.org/https://doi.org/10.5194/essd-12-3269-2020>
- Hernández, R. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). McGraw-Hill / Interamericana Editores S.A. DE C.V.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2014). *Factores de emisión para los diferentes tipos de combustibles fósiles y alternativos que se consumen en México* (Vol. 52, Número 5000). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/110131/CGCCDBC\\_2014\\_FE\\_tipos\\_combustibles\\_fosiles.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/110131/CGCCDBC_2014_FE_tipos_combustibles_fosiles.pdf)
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2017). *Portal de Indicadores de Eficiencia Energética y Emisiones Vehiculares*. Gobierno de México. <https://ecovehiculos.inecc.gob.mx>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). *2020 Censo de Población y Vivienda*. Censo2020.mx. <https://censo2020.mx/actualizacion-de-los-sistemas-de-consulta.html>
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). (2014). *Resumen para responsables de políticas. Cambio climático 2014: Mitigación del cambio climático. Contribución del Grupo de trabajo III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Cambridge University Press.
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). (08 de agosto de 2019). *La tierra es un recurso decisivo, según un informe del IPCC Se encuentra sujeta a la presión del ser humano y del cambio climático, pero es parte de la solución*. [Comunicado de Prensa]. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/08/2019-PRESS-IPCC-50th-IPCC-Session\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/08/2019-PRESS-IPCC-50th-IPCC-Session_es.pdf)
- Jackson, R. B., Friedlingstein, P. F., Le Quere, C., Abernethy, S., Andrew, R. M., Canadell, J. G., Ciais, P., Davis, S. J., Deng, Z., Liu, Z., & Peters, G. (2021). *Global fossil carbon emissions rebound near pre-COVID-19 levels*. Cornell University. <http://arxiv.org/abs/2111.02222>
- Kolb, M., Fröhlich, L., & Schmidpeter, R. (2017). Implementing sustainability as the new normal: Responsible management education – From a private business school's perspective. *International Journal of Management Education*, 15(2), 280–292. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2017.03.009>
- Le Quéré, C., Moriarty, R., Andrew, R. M., Canadell, J. G., Sitch, S., Korsbakken, J. I., Friedlingstein, P., Peters, G. P., Andres, R. J., Boden, T. A., Houghton, R. A., House, J. I., Keeling, R. F., Tans, P., Arneth, A., Bakker, D. C. E., Barbero, L., Bopp, L., Chang, J., ... Zeng, N. (2015). Global carbon budget 2015. *Earth System Science Data*, 7(2), 349–396. doi: <https://doi.org/10.5194/essd-7-349-2015>
- Le Quéré, Corinne, Andrew, R., Friedlingstein, P., Sitch, S., Hauck, J., Pongratz, J., Pickers, P., Ivar Korsbakken, J., Peters, G., Canadell, J., Arneth, A., Arora, V., Barbero, L., Bastos, A., Bopp, L., Ciais, P., Chini, L., Ciais, P., Doney, S., ... Zheng, B. (2018). Global carbon budget 2018. *Earth System Science Data*, 10(4), 2141–2194. doi: <https://doi.org/10.5194/essd-10-2141-2018>
- Matteo, C. A. (2018). Modelando la cultura sustentable en las organizaciones. Aproximaciones para el tránsito hacia la sustentabilidad. *Revista Loginn*, 2(2), 84–100. doi: <https://doi.org/10.23850/25907441.2009>

- Mercado, U. (2020). Sustainability assessment in housing building organizations for the design of strategies against climate change. *HighTech and Innovation Journal*, 1(4), 136–147. doi: <https://doi.org/10.28991/HIJ-2020-01-04-01>
- Mercado, U., Villoria, P., & Hernández, F. J. (2019). Strategies to reduce CO2 emissions in housing building by means of CDW. *Emerging Science Journal*, 3(5), 274–284. doi: <https://doi.org/10.28991/esj-2019-01190>
- Milovantseva, N., Earle, A., & Heymann, J. (2018). Monitoring progress toward meeting the United Nations SDG on pre-primary education: An important step towards more equitable and sustainable economies. *International Journal of Agricultural Management*, 7(4), 122–143. doi: <https://doi.org/10.17323/1996-7845-2018-04-06>
- Molthan-Hill, P., Robinson, Z. P., Hope, A., Dharmasasmita, A., & McManus, E. (2020). Reducing carbon emissions in business through Responsible Management Education: Influence at the micro-, meso- and macro-levels. *International Journal of Management Education*, 18(1), 100328. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2019.100328>
- Naciones Unidas (NU). (1998). *Protocolo de kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>
- Ndubuka, N. N., & Rey-Marmonier, E. (2019). Capability approach for realising the Sustainable Development Goals through Responsible Management Education: The case of UK business school academics. *International Journal of Management Education*, 17(3), 100319. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2019.100319>
- Nußholz, J. L. K., Nygaard, F., & Milios, L. (2018). Circular building materials: Carbon saving potential and the role of business model innovation and public policy. *Resources, Conservation & Recycling*, 141, 308–316. doi: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.10.036>
- Rogelj, J., Den Elzen, M., Höhne, N., Fransen, T., Fekete, H., Winkler, H., Schaeffer, R., Sha, F., Riahi, K., & Meinshausen, M. (2016). Paris Agreement climate proposals need a boost to keep warming well below 2 °C. *Nature*, 534(7609), 631–639. doi: <https://doi.org/10.1038/nature18307>
- Secretaría de Energía (Sener). (2016). *Balance Nacional de Energía 2015*. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/248570/Balance\\_Nacional\\_de\\_Energ\\_a\\_2015\\_\\_2\\_.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/248570/Balance_Nacional_de_Energ_a_2015__2_.pdf)
- Secretaría de Energía (Sener)-Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE). (2020). *Rendimiento de combustible en vehículos ligeros de venta en México*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/conuee>