

Generación de emisiones de gases efecto invernadero en unidades académicas de la Universidad Autónoma de Guerrero

Hilda J. Arellano-Wences¹, María L. Sampedro-Rosas¹, Rene Cabrera-Cruz², Ana L. Juárez-López¹, José L. Rosas-Acevedo¹, Elisa Cortes-Badillo³

Universidad Autónoma de Guerrero¹, Universidad Autónoma de Tamaulipas², Instituto Tecnológico de Acapulco³
Acapulco, Gro.^{1,3}, Tampico, Tamp.², México
laura_1953@live.com.mx

Abstract—Emissions of greenhouse gases are estimated using the methodology Campus Carbon Calculator v.8.0, in everyday university activities of three academic units of the Autonomous University of Guerrero. The indicators used were electricity, transport used by university and solid waste. The methodology allowed to make projections for 2020. From the results, the older generation of GHG was for transport, solid waste and then finally electricity. The methodology can be applied to any college, the results can be planned proposals to reduce emissions generated in daily activities are conducted on college campuses and contribute to the reduction of greenhouse gases in the atmosphere.

Keyword— *greenhouse gases, universities*

Resumen— Se estimaron las emisiones de gases de efecto invernadero utilizando la metodología Campus Carbon Calculator v.8.0, en las actividades diarias universitarias de tres unidades académicas de la Universidad Autónoma de Guerrero. Los indicadores utilizados fueron energía eléctrica, transporte utilizado por los universitarios y residuos sólidos generados. La metodología utilizada permitió hacer proyecciones para el 2020. De los resultados obtenidos, la mayor generación de GEI fue por el transporte, después por residuos sólidos y por último la electricidad. La metodología utilizada se puede aplicar en cualquier universidad, con los resultados se pueden planear propuestas para disminuir las emisiones generadas en las actividades que diariamente se realizan en los campus universitarios y contribuir a la disminución de los GEI en la atmósfera.

Palabras claves— *gases de efecto invernadero, universidades,*

I. INTRODUCCIÓN

La concentración de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera es un fenómeno natural responsable del cambio climático, las actividades antropogénicas están incrementando la generación de estos, causando problemas ambientales como el calentamiento global. Este aumento de temperatura está originando cambios significativos como veranos con temperaturas más altas, inviernos más crudos, deshielo de masas polares, incendios forestales y más huracanes, entre otros. De ahí la necesidad de medir las emisiones de GEI de las actividades cotidianas, con el objeto de planear políticas y planes ambientales para reducirlos. El problema de la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), es que debido a la gran población que tiene y los servicios académicos y administrativos que brinda, tiene un gasto elevado de recursos como energía, agua, papel e hidrocarburos para el transporte de alumnos, profesores y administrativos, que son actividades generadoras de CO₂. Al mismo tiempo, está generando residuos sólidos y peligrosos, sin tener un plan de manejo ambiental. Las Instituciones de Educación Superior (IES), son piezas claves para generar cambios sociales y deben poner el ejemplo en solucionar problemas relacionados con el medio ambiente y el cambio climático. Para que la UAGro pueda diseñar un plan de manejo, es necesario comenzar con un diagnóstico ambiental; de ahí, que el objetivo de esta investigación fue medir los GEI generados en tres Unidades Académicas urbanas de la universidad, utilizando la metodología de "Campus Carbon Calculator". En esta investigación una

limitante fue la falta de disposición de algunos profesores y administrativos a conceder la entrevista. Los resultados obtenidos permiten generar estrategias amigables con el ambiente, que pueden incluirse en un plan de manejo ambiental de la universidad, considerando las particularidades de cada Unidad Académica.

II. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

El calentamiento global es un fenómeno provocado por el aumento de emisiones de GEI, ocasionados por actividades humanas como el uso de combustibles fósiles y la deforestación (González et al., 2003). Uno de los principales gases es el dióxido de carbono (CO₂), que ha venido aumentando desde 1750, en el 2014 se registraron las concentraciones más altas en los núcleos de hielo correspondientes a los últimos 800 000 años, de 400 partes por millón (ppm) reportadas por el observatorio de Mauna Loa, en Hawái (Zárate Méndez, 2014).

Existen una serie de actividades cotidianas que generan emisiones de GEI, como el alto consumo de energía por parte de las IES, por ejemplo, la Universidad de Arizona (EUA), en el 2011 consumía 75,970,411 KBtu (70.2 KBtu/ft²), con un costo de \$2,186,264 millones de dólares por año. Con un plan de acción de arquitectura verde, lograron ahorrar 9,542,106 KBtu lo que equivale a una reducción de 2,915 ton/m equivalentes de CO₂ y \$265,318 de dólares (12.1%) (Chalfoun, 2014).

Entre las metodologías para calcular las emisiones de GEI está la de "Campus Carbon Calculator", que fue utilizada por la Universidad del Sur de Europa en 2009; la de "Carbon Footprint model", utilizada por la Universidad de Tongji en China, que realizó el cálculo de las emisiones generadas en el campus por alumno y por personal en los años 2009 y 2010; la de "Malaysian University Carbon Emission Tool (MUCET)", que mediante cálculos matemáticos calcula las emisiones que generan por uso de energía eléctrica, el uso de automóviles y de otros servicios; la de la Universidad de Talca en Chile, que también utiliza métodos matemáticos y en 2012 encontró que el 78% de los GEI, son generados por transporte y energía eléctrica (Spirovski et al., 2012; Abdul-Azeez y Ho, 2015; Li et al., 2015 y Vásquez et al., 2015).

En nuestro país se han realizado pocos estudios de generación de GEI en universidades, una de ellas es la UNAM, en 2013 Escobedo et al reportaron una generación de GEI de 50,280 toneladas equivalentes de CO₂, con base a estos resultados, pusieron en práctica un escenario de mitigación que consta de una eficiencia tecnológica y mantenimiento de energía eléctrica, aires acondicionados, computadoras, calentamiento solar de agua para duchas y piscinas. Con estas medidas, se estima que para el año 2020 disminuyan las emisiones a 45,790 toneladas equivalentes de CO₂ lo que equivaldría a una disminución de un 11.3%. Correa (2012), señala que el cambio climático y el calentamiento global están lejos de las preocupaciones de las personas y es indispensable que entiendan que las actividades cotidianas generan emisiones de GEI, para que se den cuenta que sus efectos repercuten en su entorno. De ahí la necesidad de que todas las IES contabilicen sus emisiones de GEI con el objeto de establecer programas verdes que coadyuven a su disminución.

La UAGro carece de planes ambientales que permitan disminuir la generación de GEI en sus actividades diarias como el trabajo administrativo, el docente y de investigación de las unidades académicas; por lo tanto, el objetivo de este trabajo es calcular las emisiones de GEI, que generan unidades académicas de la UAGro, en sus actividades diarias. Con los resultados se podrá hacer un análisis de la situación de la universidad, y construir un plan ambiental, en beneficio del ambiente.

III. METODOLOGÍA

Se trabajó con tres Unidades Académicas de la UAGro, la primera de Educación Media Superior (Preparatoria N°2), la segunda de Educación Superior (Unidad Académica de Turismo), y la tercera de Posgrado (Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional (UCDR)), las cuales se encuentran en la zona urbana del municipio de Acapulco de Juárez, Gro. La población de alumnos y profesores fue de 1,158 para Turismo, 1,327 para la Preparatoria 2 y de 64 para Desarrollo Regional, dando un total de 2,549. La superficie de cada Unidad fue de 435.15 m² (4,684 ft²), para turismo; 481.23 m² (5,180 ft²) para la Preparatoria 2 y 322.83 m² (3,475 ft²) para la UCDR; dando un total de superficie de 1,239.21m² (13,339 ft²).

Para determinar las emisiones en dichas unidades académicas se utilizó el "Campus Carbon Calculator v.8.0", que consta de dos tareas principales facilitadas por la calculadora: 1. Realización de un inventario de Emisiones de GEI: Reunir, analizar y presentar datos sobre las emisiones de gases de efecto invernadero atribuibles a la existencia y el funcionamiento de una institución 2. Proyección de emisiones en el futuro: Proyección realizando las mismas actividades en la universidad y trayectorias de las emisiones que proveen un contexto para la elección de los objetivos de reducción de emisiones y los proyectos necesarios para alcanzar esas metas (Spirovski et al., 2012).

Para estimar las emisiones, se hizo el cálculo de los años del 2010 al 2014 y proyecciones del 2015 al 2020 con la calculadora. Se utilizó la información anual sobre el consumo de energía eléctrica en Kwh, ton de residuos sólidos urbanos generados (RSU), descargas de agua y galones de gasolina y/o diesel para el traslado de los estudiantes y los empleados a sus unidades académicas. Para obtener la información solicitada por la calculadora en el caso del consumo de energía se realizó un cálculo aproximado con los recibos de luz tomando el consumo de Kwh de los recibos que correspondieron al segundo bimestre del año 2010 y se multiplico por 6 que son los recibos equivalentes a un año, se hizo lo mismo para los otros años.

Con respecto a los galones de gasolina se realizó una serie de preguntas al personal que labora en estas unidades académicas y a alumnos que tienen auto propio, sobre el gasto semanal de gasolina que utilizan en el recorrido casa-escuela, escuela- casa, cuantos días a la semana asisten a la escuela y si se presentan en ambos turnos. Conforme a los datos proporcionados de forma semanal se realizó el cálculo aproximado de forma mensual y después anual, convirtiendo los litros de gasolina en galones. Para los que utilizan el servicio público, se les preguntó a dos choferes de autobús de la ruta donde se encuentran estas escuelas, del gasto diario de diesel para hacer el recorrido, el cálculo fue mensual y después anual. Las unidades usadas fueron galones. Los alumnos de estas unidades académicas utilizan el transporte urbano más de dos veces al día para poder asistir a sus clases, dato que fue considerado. En el caso de los residuos sólidos urbanos para realizar el cálculo de las toneladas mensuales generadas, se realizó tomando en cuenta los valores de Rodríguez Herrera et al (2014), de una producción per cápita de 0.20 kg/día y 0.12 kg/día dependiendo de la ubicación, consumo y el número de alumnos en cada escuela. Para las unidades de la Preparatoria # 2 y de Turismo, se usó la producción per cápita de 0.20 kg/día y para la unidad de posgrado (UCDR) la producción per cápita de 0.12 kg/día, ya que estos alumnos tienen un consumo menor. Estos valores se multiplicaron por el total de alumnos, el cálculo fue anual y las unidades usadas, toneladas. La información recabada fue ingresada en la calculadora para hacer el cálculo de las emisiones que genera cada unidad académica en sus actividades diarias.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1, se muestran los resultados de las emisiones de GEI en toneladas equivalentes de CO₂, emitidas por el uso del transporte, energía eléctrica y residuos sólidos desde el año 2010 al 2014, en las tres Unidades estudiadas. La mayor generación de emisiones fue por el transporte, un total de 13,194.6

t/eCO₂ (82.52%), siguiendo RSU con 1,830.4 t/eCO₂ (11.45%), finalmente la energía con 962.9 t/eCO₂ (6.03%). El orden de la generación de GEI, coincide en parte con los encontrados por Spirovski et al, (2012), que contabilizó las emisiones de GEI en el año 2009 en la Universidad del Sur de Europa, y su estudio reveló que también el transporte es el que genera más GEI, un 43%; sin embargo, los autores encontraron que en segundo lugar está la energía con un 37% y al final los RSU con un 7%. En este estudio los RSU generaron más GEI que la energía. Revisando las emisiones generadas por cada unidad, la de Turismo es la que más GEI emite a la atmósfera por transporte y energía, a pesar de tener una población similar a la de la Preparatoria 2, esta última emite más GEI por RSU.

Tabla 1. Emisiones generadas en las tres unidades académicas.

Unidad Académica	Emisiones por Transporte (t/año/eCO ₂)	Emisiones por energía (t/año/eCO ₂)	Emisiones por RSU (t/año/eCO ₂)	Total de GEI emitidos (t/año/eCO ₂)
Preparatoria N°2				
2010	732.2	47.8	182.9	962.9
2011	735.1	51.5	186	972.6
2012	735.7	53.3	186	975
2013	740.4	55.4	189.1	984.9
2014	741.2	57.6	192.2	991
Total	3,684.6	265.6	936.2	4,886.4
Turismo				
2010	990.8	115.1	181.6	1,287.5
2011	1,005.8	115.0	190.9	1,311.7
2012	971.1	112.9	181.4	1,265.4
2013	989.6	113.6	144.2	1,247.4
2014	1,055.0	115.1	159.8	1,329.9
Total	5,012.3	571.7	857.9	6,441.9
UCDR				
2010	662.6	21.4	4.5	688.5
2011	954.5	22.9	7.7	985.1
2012	847.0	25.3	7.9	880.2
2013	1,126.3	27.7	8.1	1,162.1
2014	907.3	28.3	8.1	943.7
Total	4,497.7	125.6	36.3	4,659.6
Total de las tres Unidades	13,194.6	962.9	1,830.4	15,987.9

Las emisiones generadas por la Universidad de Arizona un año fueron de 6,330.86 ton equivalentes de CO₂ solo por gasto de energía eléctrica en nueve edificios, en promedio 703.42 ton por edificio, valores muy superiores a los encontrados en este estudio, considerando que ambas universidades se encuentran en climas cálidos y utilizan aire acondicionado para operar (Chalfoun, 2014).

La generación de GEI por alumno fue de 6.27 ton, cantidad mayor a la encontrada por Li *et al.* (2015) en la universidad de Tongji en China, que fue de 3.84 ton.

En la tabla 2, se presentan las estimaciones que la calculadora realizó para el año 2020. Cuando se compararon los valores del 2014 con los proyectados al 2020, se contabilizó un aumento general del 22.52% de emisiones GEI. Mientras las proyecciones de emisiones por transporte aumentan un 26.95%,

las de RSU disminuyen un 24.56%, esto puede deberse a la tendencia en la disminución de la población estudiantil de Turismo. Al contrario, en la UCDR las emisiones por RSU aumentarían en un 116.92%, si la población estudiantil sigue creciendo. En las figuras 1, 2 y 3 se pueden observar las proyecciones al 2020, que da el "Campus Carbon Calculator v.8.0", año por año. Por lo tanto, la UAGro necesita poner en marcha políticas ambientales que ayuden a disminuir las emisiones de las unidades académicas y que se supervise cada unidad académica para que cumpla con lo reglamentado, e implementar acciones importantes para disminuir los GEI, como señalan varios autores (Escobedo *et al.*, 2013; Abdul-Azeez y Ho, 2015 y Vásquez L. *et al.* 2015), como cambios de lámparas y aires acondicionados ahorradores, una campaña de ahorro de energía entre los maestros y alumnos y un plan de manejo de RSU. Sin embargo, para que estas políticas funcionen es importante que haya un cambio de actitudes en el personal administrativo, docente y alumnos.

El cambio climático y el calentamiento global están lejos de las preocupaciones de las personas y es indispensable que entiendan que las actividades cotidianas generan emisiones de GEI, para que se den cuenta que sus efectos repercuten en su entorno (Correa López, 2012 y González y Maldonado, 2012).

Tabla 2. Proyección al 2020 de Emisiones Totales para las tres unidades académicas

Unidad Académica	Proyecciones por Transporte (t/año/eCO ₂)	Proyecciones por energía (t/año/eCO ₂)	Proyecciones por RSU (t/año/eCO ₂)	Total de Proyecciones de GEI (t/año/eCO ₂)	% de Incremento de GEI
Preparatoria N°2	756.8	72.8	201.8	1031.4	3.91%
Turismo	956.2	108.5	71.0	1135.7	-17.09%
UCDR	1,988.3	42.5	16.2	2047	116.92%
Totales	3,701.3	223.8	289	4,214	22.52%
% de Incremento de GEI	26.95%	10.187	-24.56%	22.52%	

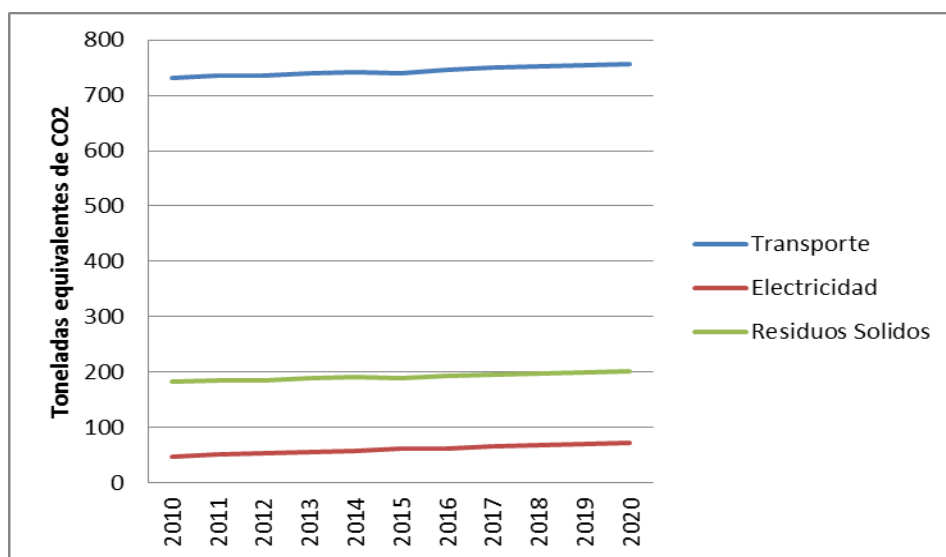


Fig. 1. Proyecciones de Emisiones de GEI para el 2020 de la Unidad Académica Preparatoria N°2.

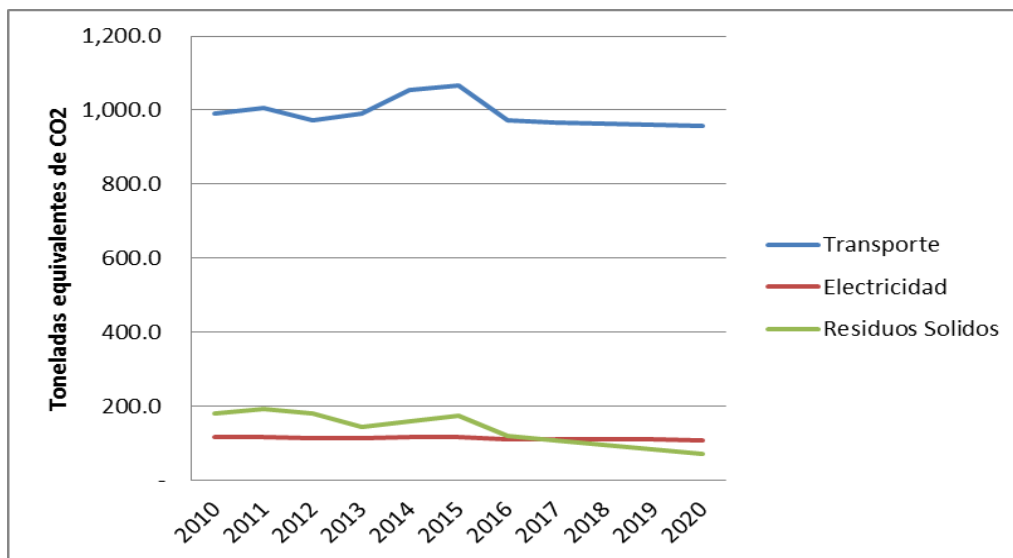


Fig. 2. Proyecciones de Emisiones de GEI para el 2020 en la Unidad Académica de Turismo

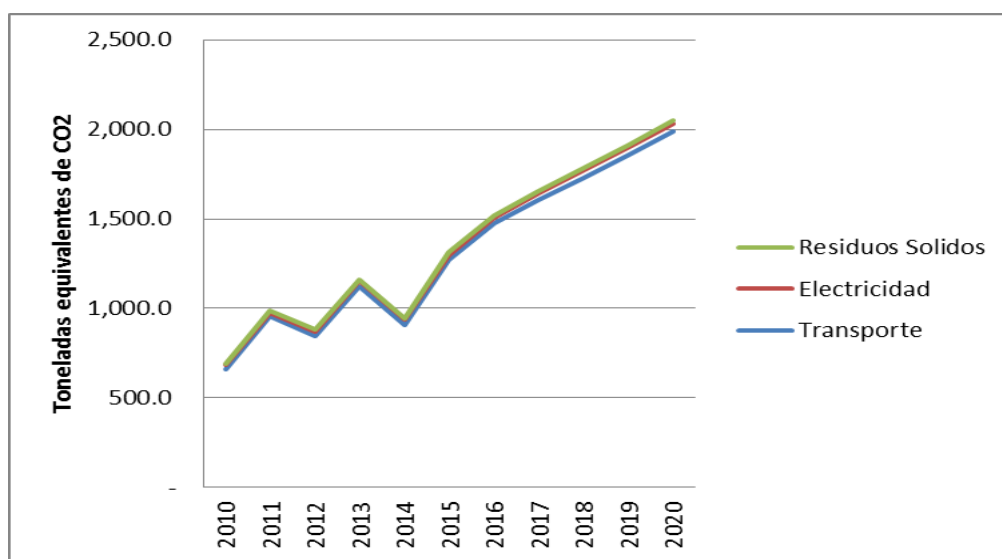


Fig. 3. Proyecciones de Emisiones de GEI para el 2020 en la Unidad Académica de Ciencias de Desarrollo Regional

V. CONCLUSIONES

El total de GEI emitidos del 2010 al 2014 fue de 15,987.9 (t/año/eCO₂), con un promedio de 6.27 ton por alumno. La mayor generación de emisiones fue por el transporte (82.52%), siguiendo los RSU (11.45%) y finalmente la energía (6.03%). En las proyecciones al 2020, se estimó que las emisiones pueden tener un aumento del 22.52%. De ahí la necesidad de que la universidad establezca políticas ambientales que permitan la reducción de GEI.

REFERENCIAS

- Abdul-Azeez, I.A. and Ho, C.S. (2015) Realizing Low Carbon Emission in the University Campus towards Energy Sustainability. *Open Journal of Energy Efficiency*, (4) 15-27. <http://dx.doi.org/10.4236/ojee.2015.42002>.
- Chalfoun N. (2014). Greening University Campus Buildings to Reduce Consumption and Emission While Fostering Hands-on Inquiry-Based Education. *Procedia- Behavioral Sciences* (20) 288 – 297.
- Clean Air-Cool Planet, (2015). Campus Carbon Calculator v. 08
- Correa López María Isabel (2012). Cambio climático y representaciones sociales entre estudiantes de educación superior, En Ortiz Espejel Benjamín y Velasco Samperio Concepción, La percepción social del cambio climático, estudios y orientaciones para la educación ambiental en México. Ed. Universidad Iberoamericana Puebla.
- Escobedo A., Briceño S., Juárez H., Castillo D., Imaz M., Sheinbaum C. (2013), Energy consumption and GHG emission scenarios of a university campus in México. *Energy for sustainable development*. (18) 49–57.
- González Elizondo, Martha y Jurado Ybarra, Enrique y González Elizondo, Socorro y Aguirre Calderón, Óscar Alberto y Jiménez Pérez, Javier y Nívar Cháidez, José de Jesús (2003). Cambio climático mundial: origen y consecuencias. *Ciencia UANL*, 6 (3). ISSN 1405-9177.
- González Gaudiano Edgar; Maldonado Ana Lucia, (2012). Representaciones sociales y cambio climático, el caso de Veracruz, En Ortiz Espejel Benjamín y Velasco Samperio Concepción, La percepción social del cambio climático, estudios y orientaciones para la educación ambiental en México. Ed. Universidad Iberoamericana Puebla.
- Li X. Tan H. y Rackes A. (2015). Carbon footprint analysis of student behavior for a sustainable university campus in China, *Journal of Cleaner Production*. (106) 97-108.
- Rodríguez-Herrera, A., López-Velasco, R., Lungo-Rodríguez, A., y Olivier-Salomé, B. (2014). Indicadores para el manejo de los residuos sólidos urbanos en centros educativos de Ciudad Renacimiento y Llano Largo-Colosio de la ciudad de Acapulco, Guerrero, México. *Tlamati*, 5(3), 33-38.
- Spirovski D. Abazi A. Iljazi I. Ismaili M. Cassulo G. y Venturin A. (2012). Realization of a low emission university campus through the implementation of a climate action plan, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*.(46) 4695–4702.
- Vasquez, L., Iriarte A., Almeida M., y Villalobos P. (2015). Evaluation of greenhouse gas emissions and proposals for their reduction at a university campus in Chile, *Journal of Cleaner Production*. 1-7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.073>
- Zárate Méndez, Yassir. (2014). Nuevo Reporte del IPCC. *El Faro la luz de la ciencia*: 4-5. boletín.unam.mx.