

# Aspectos de largo plazo en el análisis económico del cambio climático

**Ángel Rafael Barrientos Cruz**

Estudiante, Maestría en Economía Ambiental y Ecológica  
Facultad de Economía, Universidad Veracruzana

**Encuentro Universitario Miradas sobre el Cambio Climático**  
6 y 7 de noviembre 2018, USBI Veracruz

- La emisión de gases de efecto invernadero (GEI) —principal causa del calentamiento global— es uno de los problemas más acuciantes de nuestra época.

- La emisión de gases de efecto invernadero (GEI) —principal causa del calentamiento global— es uno de los problemas más acuciantes de nuestra época.
- El principal gas de efecto invernadero es el CO<sub>2</sub>.

- La emisión de gases de efecto invernadero (GEI) —principal causa del calentamiento global— es uno de los problemas más acuciantes de nuestra época.
- El principal gas de efecto invernadero es el CO<sub>2</sub>.
  - Emisiones netas de CO<sub>2</sub>, México 2015: 338,676.74 kt.

- La emisión de gases de efecto invernadero (GEI) —principal causa del calentamiento global— es uno de los problemas más acuciantes de nuestra época.
- El principal gas de efecto invernadero es el CO<sub>2</sub>.
  - Emisiones netas de CO<sub>2</sub>, México 2015: 338,676.74 kt.
  - Equivalentes al 63.35 % del total de las emisiones netas de GEI.

- La emisión de gases de efecto invernadero (GEI) —principal causa del calentamiento global— es uno de los problemas más acuciantes de nuestra época.
- El principal gas de efecto invernadero es el CO<sub>2</sub>.
  - Emisiones netas de CO<sub>2</sub>, México 2015: 338,676.74 kt.
  - Equivalentes al 63.35 % del total de las emisiones netas de GEI.
  - Durante el periodo de 1990 a 2015 tuvieron un incremento del 103.08 % (INECC, 2018).

- La emisión de gases de efecto invernadero (GEI) —principal causa del calentamiento global— es uno de los problemas más acuciantes de nuestra época.
- El principal gas de efecto invernadero es el CO<sub>2</sub>.
  - Emisiones netas de CO<sub>2</sub>, México 2015: 338,676.74 kt.
  - Equivalentes al 63.35 % del total de las emisiones netas de GEI.
  - Durante el periodo de 1990 a 2015 tuvieron un incremento del 103.08 % (INECC, 2018).
  - El CO<sub>2</sub> tiene una larga vida útil de entre 120 y 130 años (Sonnenmann & Grygalashvyly, 2013).

- La emisión de gases de efecto invernadero (GEI) —principal causa del calentamiento global— es uno de los problemas más acuciantes de nuestra época.
- El principal gas de efecto invernadero es el CO<sub>2</sub>.
  - Emisiones netas de CO<sub>2</sub>, México 2015: 338,676.74 kt.
  - Equivalentes al 63.35 % del total de las emisiones netas de GEI.
  - Durante el periodo de 1990 a 2015 tuvieron un incremento del 103.08 % (INECC, 2018).
  - El CO<sub>2</sub> tiene una larga vida útil de entre 120 y 130 años (Sonnenmann & Grygalashvyly, 2013).
  - El CO<sub>2</sub> se mezcla uniformemente en la atmosfera, convirtiéndolo en un problema global (Nordhaus, 1992).



- La magnitud de las emisiones de CO<sub>2</sub> guarda una relación directa con los procesos de producción y consumo de las generaciones pasadas y actual.

- La magnitud de las emisiones de CO<sub>2</sub> guarda una relación directa con los procesos de producción y consumo de las generaciones pasadas y actual.
- Existe una relación de equilibrio o de largo plazo, entre las emisiones de CO<sub>2</sub> y el crecimiento económico.

- La magnitud de las emisiones de CO<sub>2</sub> guarda una relación directa con los procesos de producción y consumo de las generaciones pasadas y actual.
- Existe una relación de equilibrio o de largo plazo, entre las emisiones de CO<sub>2</sub> y el crecimiento económico.
- En México durante el periodo de 1960 a 2014, por cada punto porcentual (%) adicional de crecimiento en el producto, el flujo de emisiones de CO<sub>2</sub> aumentó en 259,287.80 kt.

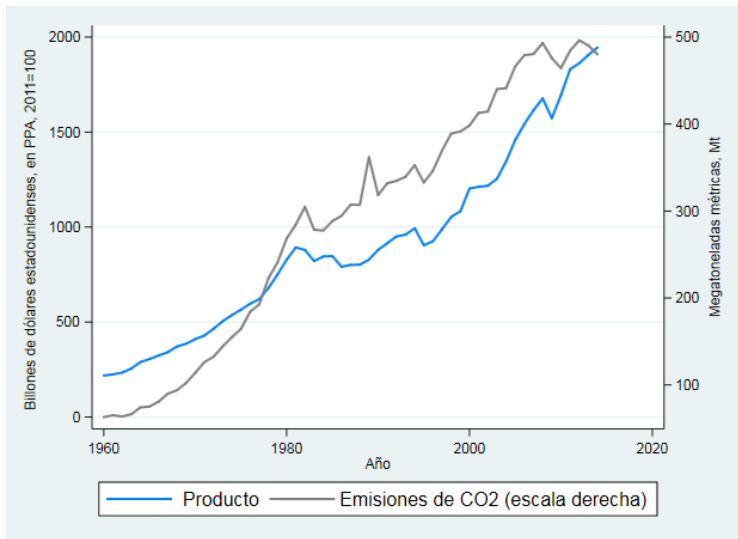


Figura: Producto y flujo de emisiones de CO<sub>2</sub> en México, 1960-2014.

- La tecnología, la estructura sectorial de las economías, así como el entorno institucional se transmiten de una generación a la siguiente.

- La tecnología, la estructura sectorial de las economías, así como el entorno institucional se transmiten de una generación a la siguiente.
- Si no actuamos hoy, las generaciones futuras podrían resultar incapaces de cambiar estas estructuras y restricciones con la rapidez necesaria para remediar el deterioro de la calidad ambiental.

- La tecnología, la estructura sectorial de las economías, así como el entorno institucional se transmiten de una generación a la siguiente.
- Si no actuamos hoy, las generaciones futuras podrían resultar incapaces de cambiar estas estructuras y restricciones con la rapidez necesaria para remediar el deterioro de la calidad ambiental.
- **¿Cuáles son los costos reales por mitigar la acumulación de  $\text{CO}_2$ , en términos de acervo de capital, producción y consumo?**

# Formulación matemática del problema

- Se requiere maximizar el valor presente del flujo de utilidad derivada del consumo, descontando la desutilidad derivada de la contaminación por  $\text{CO}_2$ ,



# Formulación matemática del problema

- Se requiere maximizar el valor presente del flujo de utilidad derivada del consumo, descontando la desutilidad derivada de la contaminación por  $\text{CO}_2$ ,
- sujeto a:

# Formulación matemática del problema

- Se requiere maximizar el valor presente del flujo de utilidad derivada del consumo, descontando la desutilidad derivada de la contaminación por  $\text{CO}_2$ ,
- sujeto a:
  - ① La dinámica de acumulación del capital, y

# Formulación matemática del problema

- Se requiere maximizar el valor presente del flujo de utilidad derivada del consumo, descontando la desutilidad derivada de la contaminación por  $\text{CO}_2$ ,
- sujeto a:
  - ① La dinámica de acumulación del capital, y
  - ② La dinámica de acumulación del  $\text{CO}_2$  en la atmósfera.

# Formulación matemática del problema

- Se requiere maximizar el valor presente del flujo de utilidad derivada del consumo, descontando la desutilidad derivada de la contaminación por  $\text{CO}_2$ ,
- sujeto a:
  - ① La dinámica de acumulación del capital, y
  - ② La dinámica de acumulación del  $\text{CO}_2$  en la atmósfera.
- Utilizando la trayectoria de consumo a lo largo del tiempo como *variable de control*, para obtener las trayectorias del acervo de capital y del  $\text{CO}_2$  atmosférico como *variables de estado*, además, la *variable de coestado* proporciona el *precio sombra* de cada unidad de emisión de  $\text{CO}_2$ , todo ello dentro de un problema de *control óptimo* (Lomelí & Rumbos, 2001).

- Es importante establecer un control óptimo de la contaminación por  $\text{CO}_2$  en México, ya que permite limitar y reducir la fracción de acumulación de  $\text{CO}_2$  con la que contribuimos como país al acumulado global de contaminantes atmosféricos.

- Es importante establecer un control óptimo de la contaminación por  $\text{CO}_2$  en México, ya que permite limitar y reducir la fracción de acumulación de  $\text{CO}_2$  con la que contribuimos como país al acumulado global de contaminantes atmosféricos.
- El acervo de emisiones de  $\text{CO}_2$  atmosférico se estima mediante la relación dinámica de emisión y acumulación de  $\text{CO}_2$  descrita por Nordhaus (1992).

- Es importante establecer un control óptimo de la contaminación por  $\text{CO}_2$  en México, ya que permite limitar y reducir la fracción de acumulación de  $\text{CO}_2$  con la que contribuimos como país al acumulado global de contaminantes atmosféricos.
- El acervo de emisiones de  $\text{CO}_2$  atmosférico se estima mediante la relación dinámica de emisión y acumulación de  $\text{CO}_2$  descrita por Nordhaus (1992).
- Acervo de emisiones de  $\text{CO}_2$ , México 2014: 22,727.42 Mt.

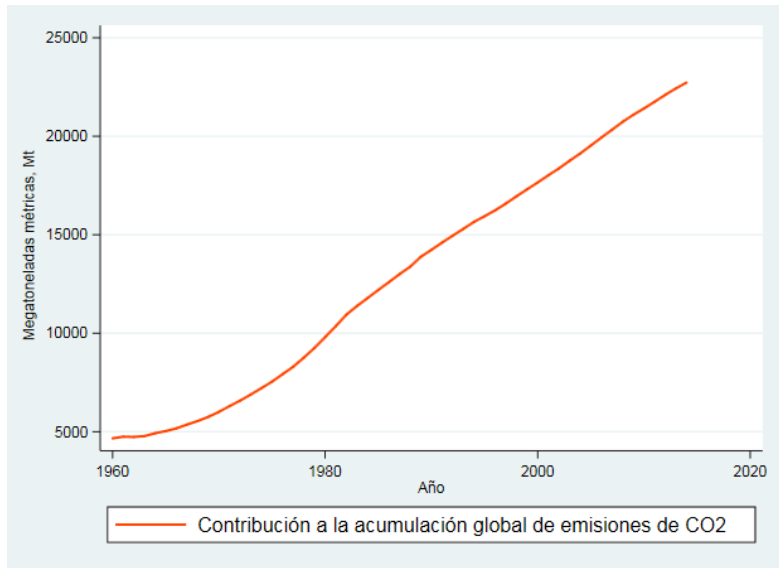


Figura: Contribución de México a la acumulación global de emisiones de CO<sub>2</sub>, 1960-2014.



- La trayectoria temporal del *precio sombra* puede interpretarse como el valor de cada unidad adicional de emisión de  $\text{CO}_2$  a la atmósfera en el instante  $t$ , dicho valor es igual al daño marginal prevenido de 1 unidad de emisión.

- La trayectoria temporal del *precio sombra* puede interpretarse como el valor de cada unidad adicional de emisión de  $\text{CO}_2$  a la atmósfera en el instante  $t$ , dicho valor es igual al daño marginal prevenido de 1 unidad de emisión.
- Al internalizar los costos externos negativos de la contaminación por acumulación de  $\text{CO}_2$ , el *precio sombra* se podría utilizar como:

- La trayectoria temporal del *precio sombra* puede interpretarse como el valor de cada unidad adicional de emisión de  $\text{CO}_2$  a la atmósfera en el instante  $t$ , dicho valor es igual al daño marginal prevenido de 1 unidad de emisión.
- Al internalizar los costos externos negativos de la contaminación por acumulación de  $\text{CO}_2$ , el *precio sombra* se podría utilizar como:
  - ① Una *tasa impositiva pigouviana*, o

- La trayectoria temporal del *precio sombra* puede interpretarse como el valor de cada unidad adicional de emisión de  $\text{CO}_2$  a la atmósfera en el instante  $t$ , dicho valor es igual al daño marginal prevenido de 1 unidad de emisión.
- Al internalizar los costos externos negativos de la contaminación por acumulación de  $\text{CO}_2$ , el *precio sombra* se podría utilizar como:
  - 1 Una *tasa impositiva pigouviana*, o
  - 2 Una *cuota equivalente* para el control de las emisiones,

- La trayectoria temporal del *precio sombra* puede interpretarse como el valor de cada unidad adicional de emisión de  $\text{CO}_2$  a la atmósfera en el instante  $t$ , dicho valor es igual al daño marginal prevenido de 1 unidad de emisión.
- Al internalizar los costos externos negativos de la contaminación por acumulación de  $\text{CO}_2$ , el *precio sombra* se podría utilizar como:
  - 1 Una *tasa impositiva pigouviana*, o
  - 2 Una *cuota equivalente* para el control de las emisiones,
  - 3 Un *precio para los mercados de permisos de emisiones*.

# Bibliografía y referencias



CDIAC (2018). Emisiones de CO<sub>2</sub> (kt) para México. Obtenido de Banco Mundial. Indicadores del Desarrollo Mundial: <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.KT>



Nordhaus, W. D. (1992). The "DICE" Model: Background and structure of a dynamic integrated climate-economy, model of the economics of global warming. *Cowles Foundation for Research in Economics at Yale University*, 215–236.



INECC. (2018). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (INEGyCEI)*. Obtenido de Datos y Recursos: <http://www.inecc.gob.mx>



Lomelí, H. & Rumbos, B. (2001). *Métodos Dinámicos en Economía. Otra Búsqueda del Tiempo Perdido. México: Just in Time Press.*



Siebert, H. & Nixdorf, H. (1987). *Economics of the Environment. Theory and Policy. (Seventh ed.)*. Heidelberg: Springer.



Sonnemann, S. R. & Grygalashvyly, M. (2013). *Effective CO<sub>2</sub> lifetime and future CO<sub>2</sub> levels based on fit function*. *Annales Geophysicae*, XXXI(9), 1591–1596.



University of Groningen & University of California. (2018). Penn World Table 9.0. Obtenido de FRED, Federal Reserve Bank of St. Louis: <https://fred.stlouisfed.org/categories/33402>