

BONOS DE CARBONO (CARBON CREDITS)

Pamela Mestli Rojas López

Subsecretaría de Desarrollo Forestal y Jardines Botánicos de la SEMAHN. Calle Río Usumacinta No. 851, Fraccionamiento Los Laguitos, C.P. 29020, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

✉ pamelamestli@gmail.com

Resumen

En la actualidad, una de las grandes problemáticas es el cambio climático generado a partir de la emisión de gases de efecto invernadero. Ante esto, se han desarrollado diversos mecanismos que pretenden disminuir las emisiones o bien la captura de bióxido de carbono; uno de estos es la creación de bonos de carbono, así como un mercado donde comercializarlos. En el presente trabajo tiene como objetivo incursionar en el tema de los bonos de carbono y su utilidad como parte de la estrategia para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Los bonos de carbono son el resultado de las flexibilidades propuestas en el Protocolo de Kyoto y son una gran oportunidad que ayuda a la transferencia de tecnología de países desarrollados a los que se encuentran en desarrollo, así como la fomentación de su economía. Para la comercialización de los bonos de carbono se deben de seguir una serie de pasos llamados comúnmente el ciclo del Proyecto de Mecanismos de Desarrollo Limpio.

Palabras clave: Emisiones, gases de efecto invernadero, Mecanismos de Desarrollo Limpio, mercado de carbono, Protocolo de Kyoto, Acuerdo de París.

Abstract

Currently, one of the major problems is climate change caused by greenhouse gas (GHG) emissions. In response to this, various mechanisms have been developed that aim to reduce emissions or capture carbon dioxide, one of which is the creation of carbon credits as well as a market for them. The purpose of this paper is to explore the topic of carbon credits and their usefulness as a strategy for reducing greenhouse gas emissions. Carbon credits are the result of the flexibilities proposed in the Kyoto Protocol and are a great opportunity to help transfer technology from developed countries to developing countries, as well as to promote their economy. To market carbon credits, a series of steps must be followed, commonly known as the Clean Development Mechanism Project cycle.

Keywords: Emissions, greenhouse gases, Clean Development Mechanisms, carbon market, Kyoto Protocol, Paris Agreement.

INTRODUCCIÓN

El efecto invernadero es un proceso natural que ocurre en la atmósfera de la Tierra, el cual permite la existencia de la vida tal y como se conoce. Los principales gases responsables del efecto invernadero natural son: vapor de agua (H₂O), dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) y ozono (O₃). Sin embargo, existen actividades antropogénicas (quema de combustibles fósiles, deforestación de bosques y selvas) que aumentan las emisiones de gases de efecto invernadero y modifican la composición de la atmósfera de la Tierra (INECC, 2024).

El cambio climático derivado de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), es en la actualidad una de las más

grandes problemáticas que se enfrentan a nivel internacional, por lo que el presente trabajo aborda los diferentes mecanismos y estrategias, en especial los bonos de carbono, planteados con la finalidad de reducir dichas emisiones.

Los bonos de carbono son una herramienta resultante de las estrategias para la reducción de GEI, propuestas en lo que hoy se conoce como el Protocolo de Kyoto, las cuales fueron adecuadas y mejoradas posteriormente con el Acuerdo de París, el cual es un tratado internacional que se extendió por parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) de 1992, en este se compromete a los estados a reducir las emisiones de GEI. El protocolo se

estableció en Kyoto, Japón el 11 de diciembre de 1997, pero fue hasta el 16 de febrero de 2005 que entró en vigor, en donde la finalidad es la “estabilización de los GEI en la atmósfera a un nivel que detenga la interferencia antropogénica con el sistema climático” (Protocolo de Kyoto, 1997). Algunos de los puntos más relevantes del protocolo de Kyoto son:

- Los compromisos de los estados participantes en el protocolo sobre la reducción de GEI (Anexo 1 del protocolo). Estos compromisos se basaron en el Mandato de Berlín, como parte de las negociaciones de la CMNUCC.
- La creación de políticas y medidas para la reducción de GEI en los diferentes países, igualmente se deberán implementar mecanismos que contribuyan a la absorción de los GEI, como lo son implementación conjunta, el mecanismo de desarrollo limpio (MDL) y el comercio de emisiones, de estos tres mecanismos surge el concepto de bonos de carbono.
- La utilización de un fondo de adaptación al cambio climático con la finalidad de minimizar el impacto en países en desarrollo.

Los bonos de carbono se crean con la finalidad de reducir las emisiones de GEI, derivados de las flexibilidades o bien de las estrategias que propone el Protocolo de Kyoto, para que los países pertenecientes al Anexo 1 del protocolo, puedan cumplir con sus objetivos estipulados. Uno de los grandes beneficios de los bonos de carbono es que ayuda a países en desarrollo con proyectos, lo que a su vez conlleva a la transferencia de tecnologías limpias y el fomento positivo de sus economías (López-Toache *et alii*, 2016).

Posterior al Protocolo de Kyoto surge el Acuerdo de París, acatado por 196 partes en la COP21 el 12 de diciembre de 2015 y entró en vigor el 4 de diciembre de 2016. Su objetivo es limitar el calentamiento mundial por debajo de 2°, preferiblemente 1.5°C (UN Climate Change, 2024).

Ante la creciente problemática sobre el cambio climático, con la emisión de GEI, se han empezado a desarrollar diferentes estrategias (tecnologías y acciones), las cuales tienen por objetivo la reducción de estas emisiones, así como la eliminación de estas de la atmósfera. Dentro de esta campaña se puede abordar la educación ambiental y la divulgación de información oportuna a la sociedad en general, pues el conocimiento de la problemática brinda una panorámica en la cual se pueden realizar acciones de forma consciente. En consecuencia, el objetivo de este documento es ofrecer un enfoque general con información básica del tema de los bonos de carbono (como un mecanismo para la reducción de emisiones de GEI), ofreciendo una perspectiva de lo que son, como funcionan, sus ventajas y

desventajas como herramienta en contra del cambio climático.

METODOLOGÍA

En la elaboración de este documento se optó por utilizar un diseño metodológico de tipo cualitativo e interpretativo, el cual nos permite analizar los principales hallazgos hasta el momento sobre la temática de bonos de carbono, el mercado de carbono y como estos surgieron y se fueron desarrollando de acuerdo con las necesidades por las cuales se crearon.

Con la finalidad de poder presentar un trabajo basado de información se estableció la revisión de al menos 20 documentos (artículos, libros o referencias oficiales) referentes a la temática establecida, los cuales proporcionaban información, como: ¿Qué son los bonos de carbono?, ¿cuándo surgieron los bonos de carbono y cuál es su finalidad?, ¿cómo funciona el mercado de carbono?

El enfoque de este trabajo es cualitativo dado que se realizan análisis de texto para incorporar los principales conceptos relacionados con bonos de carbono (Sánchez, 2019).

La técnica utilizada fue la búsqueda de documentos en la red de internet utilizando *Google Scholar* para identificar la literatura que explica los bonos de carbono (Universidad Pablo de Olavide, 2020). Esto sucede porque la búsqueda en la *web* es una de las técnicas más reconocidas para recolectar datos en entornos virtuales en la investigación cualitativa.

El instrumento utilizado fue el análisis de texto mediante la lectura sistemática de los documentos científicos publicados siguiendo la estructura de Resumen, Conclusiones y la Introducción para identificar palabras clave. El análisis de datos fue realizado en Word (Díaz, 2018).

MECANISMOS DE FLEXIBILIDAD

Como lo mencionan Méndez y Peruhache (2012) los mecanismos de flexibilidad se refieren a herramientas económicas para el cumplimiento de los objetivos de reducción de emisiones de GEI, las cuales se establecieron en el protocolo; son una opción para los países comprometidos en el cumplimiento de sus objetivos. Existen tres mecanismos de flexibilidad: 1) Comercio Internacional de Emisiones (CIE), 2) Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) y 3) Acción Conjunta (AC).

Comercio de Emisiones (CIE)

Este está basado en el establecimiento de una restricción cuantitativa de emisiones. Dentro de este mecanismo se desarrolló un “esquema de inversión verde”, con la finalidad de otorgar mayor flexibilidad a los países participantes del Anexo 1

y lograr sus objetivos, permitiendo que estos transfieran sus derechos de emisión a otros países (Duque y Patiño, 2013).

Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)

Están basados en la idea de la reducción de emisiones utilizando la generación de proyectos. Esta reducción se cuantifica en función de una línea base hipotética de emisiones que se produce con la ausencia de un proyecto y se le denominan Reducciones Certificadas de Emisiones (CER), de donde surge el concepto de créditos, al tratarse de reducciones de emisiones acreditadas contra una línea base como ya se ha mencionado. Este mecanismo permite la transferencia de CER a los países desarrollados desde los países que no se encuentran estipulados dentro del Anexo 1 del protocolo de Kyoto. De igual forma se hace posible la transferencia de tecnologías limpias a los países en vías de desarrollo y hace posible la inversión de los gobiernos o empresas del Anexo 1, de tal forma que reciben CER's, uno de los tres tipos de bonos de carbono, (López-Toache *et alii*, 2016).

Implementación o Acción Conjunta (AC)

Este mecanismo al igual que el MDL tiene la misma idea principal, que consiste en la reducción de emisiones mediante la producción de proyectos o bien contempla la absorción de estas a través de sumideros. Las reducciones generadas por este mecanismo son denominadas Unidades de Reducción de Emisiones (ERU) y la instancia responsable de las emisiones es el Comité de Supervisión de la Implementación Conjunta. El mecanismo consiste en que se realiza una inversión por parte de un país desarrollado en un proyecto de energía limpia o en sumideros de absorción (como lo son bosques, selvas, océanos y suelos) ubicados en un país en vías de desarrollo (Laub y Matos, 2008).

¿QUÉ SON LOS BONOS DE CARBONO?

Los bonos de carbono son un conjunto de instrumentos económicos y de mercado cuya finalidad es la reducción de emisiones de GEI. Entre estos instrumentos podemos encontrar los CER's, otorgados mediante MDL, estos se calculan en volumen (m³) o peso (toneladas) de CO₂ que no fueron emitidos a la atmósfera, consideran el derecho a emitir bióxido de carbono como un bien canjeable y con un precio establecido en el mercado (Perales, 2012).

Dependiendo del propósito que tendrán los bonos de carbono Díaz-Cruz (2016) menciona se pueden obtener dos tipos:

1) Bonos compensatorios de carbono, proveniente de la

generación de energía limpia.

2) Bonos de reducción de carbono, generados del secuestro de carbono en la atmósfera, océano y tierra (por medio de absorción en sumideros).

Otra forma de clasificación de los bonos de carbono es de acuerdo a cómo fueron generados.

- Certificados de Reducción de Emisiones, se otorgan cuando los países desarrollados invierten en proyectos de MDL.
- Montos asignados anualmente, este se refiere al monto total de emisiones de GEI que tiene un país permitido a emitir, de acuerdo con sus objetivos o compromisos en el Protocolo de Kyoto.
- Unidades de reducción de emisiones, se refiere a un monto específico de GEI dejado de producir en un proyecto de acción conjunta.
- Unidades de remoción de emisiones, créditos que se obtienen mediante el desarrollo de proyectos de captura de carbono de manera individual o conjunta y los cuales solo aplican para los países del Anexo 1 en el periodo en el que se generaron.

Ramos (2015) menciona que los pagos por servicios ambientales (PSA), hablando específicamente en América Latina, son una herramienta promovida por agencias gubernamentales, organizaciones internacionales de desarrollo y organizaciones no gubernamentales para proteger el recurso forestal, reconociendo la importancia de estos en el proceso de mitigación de emisiones a largo plazo.

MERCADO DE CARBONO

Con la creación de los bonos de carbono, también ha surgido lo que llamamos "mercado de carbono", el cual es un espacio destinado a las transacciones relacionadas con los bonos de carbono (compra, venta y valorización de estos) o bien cantidades de reducciones de emisiones de GEI. Su funcionamiento consiste en obtener CER's por parte del sistema, que como ya se mencionó surgen del desarrollo de proyectos en función a MDL. Visto desde otra perspectiva, su función consiste en la reducción de emisiones de forma global, por lo que en donde y cuando se reduzcan resulta no ser tan relevante (Ibarra y Escobar, 2008).

A menudo se confunde el término de bonos de carbono con bonos verdes. Un bono de carbono es un certificado equivalente a la reducción o captura de una tonelada de CO₂ en la atmósfera, mientras que los bonos verdes se refieren a aquellos Bonos Certificados Comerciables, que a su vez son la cantidad

de carbono que los bosques podrían capturar (Estrada-Chavira, 2022).

Regularmente en el estado del arte se mencionan dos tipos de mercado de carbono (Rosas-Reyes y Sosa-Rodríguez, 2018):

I. El mercado de cumplimiento u obligatorio. Este quedo establecido en el Protocolo de Kyoto con tres mecanismos de flexibilidad (deberán lograr la emisión de CER's) para el cumplimiento de los objetivos de los países del Anexo 1. Están regulados por regimientos obligatorios de reducción de carbono.

II. El mercado voluntario, como su nombre ya lo indica es una compensación voluntaria de emisiones (que no se exige por ley). Este tipo de mercado ha sido constantemente sometido a críticas debido a la falta de regulación, sin embargo, sigue siendo ágil y flexible para su propósito. Así pues, a partir del año 2011 se creó *Verified Carbon Standard* el cual es un instrumento que ayuda a verificar si realmente se realiza la reducción de emisiones; con este se pretende adquirir credibilidad y confianza. Dentro de este mercado se han implementado proyectos agroforestales y de agricultura sostenible, destacando proyectos como Reducción de Emisiones debidas a la Deforestación y Degradación de los Bosques (REDD+), proyectos A/R (afforestation/reforestation) y proyectos de manejo forestal (Ranero y Coveleda, 2018).

El mercado de carbono considera tres activos:

I. Permisos de emisión, estos son asignados por los países considerados en el Protocolo de Kyoto a las empresas que tienen emisiones de GEI.

II. Certificación de Reducción de Emisiones basados en proyectos, que surgen cuando se establece un proyecto de mitigación en un país en desarrollo siempre y cuando pueda demostrar que reducen las emisiones de GEI; dentro de este rubro se pueden considerar los CER's y los EUR's (*Emission Reduction Units*), estos últimos a partir de proyectos de acción conjunta en Europa.

III. Certificaciones de Reducción de Emisiones voluntarias (VER's), comercializadas en el mercado de carbono voluntario.

Como parte de las implicaciones que se tienen dentro del mercado de carbono se pueden mencionar: la disminución de riesgos operativos y financieros, el cumplimiento de los objetivos sobre reducción de emisiones y el costo razonable de estas. Sin embargo, también han surgido algunas dificultades como la verificación efectiva de las reducciones y su verificación confiable, el precio del bono de carbono se puede especular, teniendo un impacto negativo en él, así como la incertidumbre sobre la calidad del bono en el aspecto sobre si cumple con los lineamientos establecidos de MDL (Díaz-Cruz, 2016).

¿CÓMO SE COMERCIALIZAN LOS BONOS DE CARBONO?

La comercialización se lleva a cabo de dos formas en el ámbito forestal, la primera con proyectos de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación (REDD+) y la segunda mediante la reforestación (León-Mogollón, 2013).

Los bonos se pueden comercializar por aquellas empresas que reducen sus emisiones contaminantes vendiéndolos con aquellos que necesiten reducir sus emisiones para poder cumplir con el objetivo que tienen asignado y, donde además, la reconversión tecnológica es más cara que la compra de bonos (Pérez, 2010). Los precios de compra-venta van a variar dependiendo del año, tamaño de proyecto, tipo, ubicación y tipo de mercado (Ranero y Coveleda, 2018).

Los bonos son títulos los cuales se identifican con un número de serie, para garantizar que no se comercialicen más de una vez. Estos tienen un precio en el mercado (regulado y no regulado) y su unidad de medida son las toneladas métricas equivalentes en bióxido de carbono. Para un mejor entendimiento de cómo se pueden llevar a cabo las transacciones con bonos de carbono ver el Cuadro 1, donde se explican los posibles valores y las diferentes formas de transacción.

Para poder acceder a los bonos de carbono a través de MDL, se deberá consultar el catálogo de esta herramienta donde especifica como calcular la línea base y la reducción de emisiones del proyecto con el que se esté trabajando (el cual puede pertenecer a la industria de energía, manufactura, industrias químicas, construcción, transporte, minería, producción de metal, uso de solventes, manejo y disposición de residuos, forestación, reforestación y agricultura). Se prevé que los proyectos que participan en la venta de bonos de carbono obtendrán una ganancia marginal, por lo que se recomienda que este tipo de proyectos consideren la solvencia económica sin considerar bonos de carbono (Salmán y Arredondo, 2020).

El ciclo del Proyecto de Mecanismos de Desarrollo Limpio

El Manual del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) (2010) menciona siete pasos generales en el proceso para buscar la acreditación como MDL, para posteriormente estar en condiciones de interactuar en el mercado de carbono y poder ofertar sus bonos.

1. Elaboración del Documento de Diseño del Proyecto (PDD).
2. Aprobación de los países involucrados.
3. Validación y periodo de consulta pública de 30 días.
4. Registro por el Consejo Ejecutivo del MDL.
5. Monitoreo de la reducción de emisiones.

Cuadro I. Posibles transacciones en el mercado de carbono (Modificado de Díaz-Cruz, 2016).

Transacción	Descripción
Pago por adelantado	Se aseguran las certificaciones a un menor precio, con el riesgo de que el proyecto no genere las reducciones previstas.
Contrato precio fijo “forward”	Se asegura la compra anual con un precio establecido desde el inicio. Se aseguran la compra-venta de las certificaciones.
Contrato precio variables “forward”	Se pacta una fecha de entrega. El comprador asegura certificaciones, pero el precio es el establecido en el mercado. En caso de que el vendedor no produzca las certificaciones, este deberá comprarlas en el mercado y entregarlas al comprador.
Prepago para la opción de mantener el precio	El comprador propone un valor anticipado por el derecho a sus certificaciones, sin embargo, el vendedor no presenta un comprador fijo, al ser este solo una opción y dejando fuera la opción de venta en el mercado a un mayor precio.
Mercado Spot	Las negociaciones de compra-venta son hechas sobre certificaciones ya emitidas, el vendedor corre el riesgo de que sus certificaciones reduzcan su precio.

6. Verificación, certificación y expedición de créditos de reducción de emisiones.

7. Renovación del periodo de acreditación.

Sin embargo, antes de iniciar con estos pasos es de suma importancia realizar las siguientes acciones:

I. Identificación del proyecto. Debido al costoso valor que implica la elaboración del PDD, se sugiere que se realice una Nota de Idea de Proyecto (PIN), el cual determina la elegibilidad del proyecto como MDL. El proyecto deberá situarse en alguna de las categorías siguientes: uso de energías renovables, cambio de combustibles de alta intensidad a combustibles de menor intensidad de carbono, eficiencia energética, combinación de generación de calor y electricidad, forestación y reforestación, proyecto en el sector transporte, reducción de emisiones de rellenos sanitarios y otros medios de disposición final de residuos. Se ha comprobado que los proyectos con mayores posibilidades de elegibilidad son aquellos que cuentan con financiamiento, que comprueben que van a reducir lo suficiente para cubrir los costos de transacción, sin problemas ambientales y socioeconómicos, así como que comprueben que el proyecto es adicional (Consejo Nacional del Ambiente, 2004).

II. Consulta con las partes interesadas locales. El promotor del proyecto deberá informar a las personas que vivan en las proximidades de donde se pretende realizar, de igual forma se pretende se tome en cuenta la opinión pública en el desarrollo del proyecto.

III. Evaluación de impacto ambiental. Las normas del MDL solicitan que se realice el impacto ambiental del proyecto, así como incluir los resultados al PDD.

IV. Metodologías para estimar la línea base. Se deberá

elegir una metodología aprobada dependiendo del proyecto que se desee realizar, en caso de no existir una metodología adecuada se podrá proponer una ante el Consejo Ejecutivo.

V. Demostración de adicionalidad. Un proyecto se considera adicional cuando la reducción de GEI es por debajo de los que hubieran emitido en ausencia de la actividad del proyecto de MDL registrado.

CONCLUSIONES

Los bonos de carbono son una herramienta derivada de las flexibilidades establecidas en el Protocolo de Kyoto, las cuales son mejoradas y adecuadas con lo establecido con el Acuerdo de París, la cual representa una oportunidad económica para aquellos países en desarrollo que tengan la disponibilidad de implementar proyectos dirigidos a la reducción de emisiones y captura de carbono, estos no sólo representan una ganancia ambiental y económica, sino también ayudan en el avance de la tecnología. Sin embargo, para la obtención de estos bonos y su comercialización, se requiere una previa inversión económica y de capital humano, que en ocasiones representa un obstáculo difícil de superar.

Otra ventaja de los bonos de carbono es la consideración de los bosques y selvas como sumideros de captura de carbono, de tal forma que estos puedan recibir apoyos económicos para su conservación, pero también presentan riesgos latentes (incendios forestales o desastres naturales en general), lo que los hace un recurso con un cierto grado de incertidumbre y esto a su vez repercute en el proceso de obtención de los bonos de carbono y su comercialización.

AGRADECIMIENTOS

Tras el trabajo, dedicación y esfuerzo invertido en la redacción de este artículo, lo único que me queda es decir ¡Gracias!

A mi madre, Lucía, quien siempre me apoyó y motivó a cumplir con este propósito. A Ulises, mi pareja, por su paciencia, motivación y apoyo para cumplir con esta meta. Y a mis amigos (Mitsuo, Lucy, Elvia y Cleo) quienes siempre me motivaron y animaron en este proyecto. Asimismo, agradezco al Ing. Adalberto Vargas Guillén por los comentarios y sugerencias que ayudaron a mejorar el manuscrito y al Dr. Gerardo Carbot Chanona por la edición y corrección de estilo.

LITERATURA CITADA

- Balderrama Castañeda S., Luján Álvarez C., Lewis D.K., Ortega Gutiérrez J.A., H.J. de Jong B. & Nájera Ruiz T., 2011. Factibilidad de generación de electricidad mediante gasificación de residuos de aserrado en el norte de México. *Madera y Bosques*, 17(2): 67-84.
- Benjamín Ordóñez J.A. & Masera O., 2001. Captura de carbono ante el cambio climático. *Madera y Bosque*, 7(1): 3-12.
- Casiano Domínguez M., Paz Pellat F., Rojo Martínez M., Covalada Ocon S. & Aryal D.R., 2018. El carbono de la biomasa aérea medido en cronosecuencias: primera estimación en México. *Madera y Bosque*, 24 (e2401894): 1-22. <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2401894>.
- CDM Whatch, 2010. Manual del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL); un recurso para ciudadanos, activistas y ONGs. Disponible en https://carbonmarketwatch.org/wp-content/uploads/2012/03/CDM-Toolkit_Espanol.pdf, consulta: 11 de noviembre de 2022.
- Consejo Nacional del Ambiente, 2004. Guía Práctica para la formulación de proyectos en mecanismos de desarrollo limpio (MDL). Perú. 01 de junio de 2004, <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/guia-practica-formulacion-proyectos-mecanismo-desarrollo-limpio-mdl>, consulta: 11 de noviembre de 2022.
- Ibarra, D. & Escobar, L., 2008. Mercado de Bonos de Carbono. *Revista Tiempo Económico*, 3 (9): 17-38.
- Duque Grisales E.A. & Patiño Murillo J.A., 2013. El mercado de bonos de carbono y su aplicación para proyectos hidroeléctricos. *Revista CINTEX*, 18: 131-143.
- Díaz-Cruz M.C., 2016. Bonos de carbono: un instrumento en el sistema financiero internacional. *Libre Empresa*, 13 (1): 11-33. <http://dx.doi.org/10.18041/libemp32016.v13n1.25106>.
- Díaz Herrera C., 2018. Investigación cualitativa y análisis de contenido temático. Orientación intelectual de revista Unversum. *Revista General de Información y Documentación*, 28(1): 119-142.
- Estrada Chavira M.E., Alvarado Raya H.E., Lozada Rui J.I. & Pérez Macías M.A., 2020. Identificación del mercado de bonos de carbono en México para proyectos industriales. *Semestre Económico*, 9 (2): 58-62. <http://dx.doi.org/10.26867/se.2020.v09i2.106>.
- Estrada-Chavira M.E., 2022. Evolución y controversias de los bonos de carbono en México. *Semestre Económico*, 11 (1): 127-133. <https://doi.org/10.26867/se.2022v11i1.132>.
- Guevara A.G., Verdesoto A.A. & Castro Molina N.E., 2020. Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Recimundo*, Editorial Saberes del Conocimiento, 4(3): 163-173. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173).
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), 2024. Gases y compuestos de efecto invernadero. Publicación del INECC disponible en [https://www.cepal.org/es/publicaciones/45699-propuesta-subasta-bonos-carbono-chile-mexico](https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/gases-y-compuestos-de-efecto-invernadero#:~:text=Esta%20propiedad%20da%20lugar%20a%20tres%20C3%A1totom%20de%20ox%C3%ADgeno, consulta el 02 de septiembre de 2024.</p>
<p>Laub Benavides A. & Matos Flores-Guerra J., 2008. El Protocolo de Kyoto y los Bonos de Carbono. <i>Revista de Derecho Administrativo</i>, 6: 239-248.</p>
<p>León-Mogollón K., 2013. Viabilidad de la comercialización internacional de bonos de carbono como contribución al desarrollo del ecoturismo. <i>Revista de Ciencias Empresariales de la Universidad de San Martín de Porres</i>, 4 (1): 40-50.</p>
<p>López-Toache V., Romero-Amado J., Toache-Bertollini G. & García-Sánchez S., 2016. Bonos de Carbono: financiación del medioambiente en México. <i>Estudios Sociales</i>, 25 (47): 191-125.</p>
<p>Méndez-Sayago J.A. & Peruhache-Rodríguez C.A., 2012. Causalidad y sensibilidad entre precios de los derechos de emisión europeos y los certificados de reducción de emisiones de mecanismos de desarrollo limpio en el mercado europeo de transacción de emisiones. <i>Estudios Gerenciales</i>, 28 (124): 141-167.</p>
<p>Naciones Unidas (NU) & Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2017. Propuesta de subasta de bonos de carbono para Chile y México (Síntesis de políticas públicas sobre cambio climático). Publicación de las Naciones Unidas. Disponible en <a href=), consulta: 11 de noviembre de 2022.
- Ochoa Maldonado O.A., 2016. Bonos de carbono: desarrollo conceptual y aproximación crítica. *Misión Jurídica*, 9 (11): 289-297. <https://doi.org/10.25058/1794600X.141>.
- Perales Vargas E., 2012. El ciclo del Proyecto MDL y los bonos de carbono. *Xilema*, 25: 71-76. <https://doi.org/10.21704/x.v25i1.647>.
- Pérez Lancellotti G., 2010. Financiamiento de proyectos urbano-ecológicos mediante intercambio de bonos de carbono. *Urbano*, 13 (22): 7-21.
- Protocolo de Kyoto, 1997. Protocolo de Kyoto. *Convención Marco de Las Naciones Unidas Sobre El Cambio Climático (CMNUCC)*. Disponible en https://readpubg.com/wiki/es/Kyoto_Protocol, consulta el 01 de noviembre 2022.
- Ramos Mijangos E.E., 2015. El mercado voluntario de bonos de carbono y su impacto en el desarrollo comunitario sustentable de Calpulalpan de Méndez, Oaxaca. Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de los Recursos Naturales; Especialidad en Biodiversidad del Neotrópico, Instituto Politécnico Nacional, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. Tesis de maestría, 166 pp.
- Ranero A. & Covalada S., 2018. El financiamiento de los proyectos de carbono forestal: Experiencias existentes y oportunidades en México. *Madera y bosques*, 24 (e2401913): 1-28. <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2401913>.
- Rivas R.T. & Cardemil J.M., 2015. Evaluación de la contribución de los bonos de carbono a la competitividad de las centrales solares de concentración en Chile. *Revista chilena de ingeniería*, 23 (4): 609-621.
- Rosas-Reyes S. & Sosa-Rodríguez F.S., 2018. El mercado de bonos de carbono en México: Realidad y perspectivas de desarrollo, en Sosa-Rodríguez F.S. (ed.). *Reflexiones del Cambio Climático desde la Academia*. Universidad Autónoma Metropolitana: 121-166.
- Salmán Espinoza, J. F. M. y Arredondo Ortiz, R. E., 2020. *Propuesta metodológica para la gestión de bonos de carbono derivados de las*

mejoras de transporte, para la construcción de ciclovías (Publicación Técnica No. 599). Secretaría de Comunicación y Transportes. Disponible en <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2018/CD007121.pdf>, consulta: 11 de noviembre de 2022.

Sánchez Flores F.A., 2019. Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: Consensos y disensos. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 13(1): 102-122. DOI: <https://doi.org/10.19083/ridu.2019.644>.

UN Climate Change, 2024. El Acuerdo de París. Publicación de las Naciones Unidas disponible en: <https://unfccc.int/es/acerca-de-las-ndc/el-acuerdo-de-paris>, consulta el 03 de septiembre de 2024.

Universidad Pablo de Olavide, 2020. *Herramientas de búsqueda y localización de información científico-técnica*. Biblioteca/CRAI de la Universidad Pablo de Olavide.

Recibido: 29 de diciembre de 2023
Aceptado: 30 de octubre de 2024