
INICIATIVA DEL BANCO MEXICANO DEL CARBONO: ELEMENTOS CONSTITUTIVOS Y RASGOS PRINCIPALES

MEXICAN CARBON BANK INITIATIVE: CONSTITUENT ELEMENTS AND MAIN FEATURES

Fernando Paz-Pellat^{1‡}

¹Programa Mexicano del Carbono y Colegio de Postgraduados, *Campus Montecillo*. Carretera México-Texcoco km 36.5, CP 56230, Montecillo, Texcoco, Estado de México.

[‡]Autor para correspondencia: ferpazpel@gmail.com

RESUMEN

El sector agricultura, forestería y otros usos del suelo (AFOLU por sus siglas en inglés) presenta barreras para su integración en los mercados del carbono, principalmente con relación a la permanencia de los almacenes de carbono o a la reducción de emisiones de gases efecto invernadero (GEI). En el contexto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), el mecanismo REDD+ (reducción de emisiones por deforestación y degradación forestal evitada más conservación e incremento de los almacenes de carbono y manejo forestal sustentable) ha generado resultados pobres. Los mecanismos basados en flujos (reducción de emisiones GEI) requieren plantearse en términos de líneas base, de fugas y adicionalidad, hipotéticos, además de requerimiento de permanencias de largo plazo o a perpetuidad, haciendo compleja su implementación. Una alternativa es el concepto de conservar los almacenes de carbono y pagar por los servicios ambientales que generan los ecosistemas que almacenan dicho carbono. En este trabajo se analizan los diferentes mecanismos de créditos temporales existentes, enfatizando sus limitaciones. Con base en la revisión realizada, se propone la iniciativa del Banco Mexicano del Carbono como una estrategia costo-efectiva y eficiente para el mercado del carbono temporal, asociado al sector AFOLU. Al final se discuten los elementos constitutivos de la iniciativa y sus rasgos principales.

Palabras clave: Sector AFOLU; REDD+; almacenes-flujos; almacenes y servicios ambientales; renta del carbono; sistema ahorros-rentas.

ABSTRACT

The agriculture, forestry and other land use (AFOLU) sector has barriers to its integration in carbon markets, mainly in regards to the permanence of carbon stocks or the reduction of greenhouse gas emissions (GHG). In the context of the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), the REDD+ (reduction of emissions due to avoided deforestation and forest degradation plus conservation and enhancement of carbon stocks and sustainable forest management) mechanism has generated poor results. Mechanisms based on flows (reduction of GHG emissions) need to be considered in terms of hypothetical baselines, leaks and additionality, in addition to the requirement of long-term permanence or in perpetuity, making their implementation complex. An alternative is the concept of conserving carbon stocks and payments for the environmental services that ecosystems generate because of carbon storage. In this paper, the different existing temporary credit mechanisms are analyzed, emphasizing their limitations. Based on the review carried out, the Mexican Carbon Bank initiative is proposed as a cost-effective and efficient strategy for temporary carbon markets associated with the AFOLU sector. At the end, the constituent elements of the initiative and its main features are discussed.

Keywords: AFOLU sector, REDD+, stocks-flows, stocks and environmental services, carbon renting, savings-renting system.

INTRODUCCIÓN

En el contexto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) las contribuciones de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del sector Agricultura, Forestería y Otros Usos del Suelo (AFOLU, por sus siglas en inglés) son importantes en el cambio climático (Smith *et al.*, 2014), por lo que su mitigación es prioritaria. La incorporación del sector AFOLU, principalmente los bosques, se planteó inicialmente por Nueva Guinea y Costa Rica (UNFCCC, 2005), con la finalidad de evitar las emisiones de GEI por deforestación evitada (RED) (Humphreys, 2008). Posteriormente, en el denominado Plan de Acción de Bali (UNFCCC, 2007) se consideró la incorporación de la degradación forestal, además de la deforestación (REDD), en las negociaciones de las Conferencias de las Partes (COPs, por sus siglas en Inglés). Finalmente, en la COP de Poznan (UNFCCC, 2009) se agregó un signo más a REDD (REDD+), para denotar la “reducción de emisiones de la deforestación y degradación forestal, así como el papel de la conservación, el manejo forestal sostenible y la mejora de los almacenes de carbono forestal en los países en desarrollo”, aun cuando se ha discutido el significado de + en el mecanismo (Lee *et al.*, 2018). La conservación, e incremento de los almacenes de carbono, ha sido criticada como perjudicial (manejo de granjas de carbono) a la biodiversidad (Putz and Redford, 2009); sin embargo, la respuesta a estas críticas (Edwards *et al.*, 2010) la constituyen los servicios ecosistémicos y biodiversidad de la restauración de los bosques, como una oportunidad para combinarlos con el desarrollo comunitario y participativo (Chazdon, 2008).

El mecanismo REDD+ es utilizado como referencia para el sector AFOLU, aunque la discusión puede ampliarse a otros conceptos, sin pérdida de generalidad. Se han analizado los diferentes modelos de REDD, así como la definición de líneas base en el contexto de “dilemas de los comunes” (Angelsen, 2008), pero la implementación del mecanismo ha sido lenta. Angelsen *et al.* (2021) muestran que los resultados obtenidos han sido magros, con relación a pagos por resultados, orientados a proyectos y no a políticas públicas y con amplias discusiones con relación a salvaguardas y co-beneficios, en vez de usarlos como restricciones o incentivos adicionales. Las opciones de financiamiento de REDD+ se han discutido (Karsenty *et al.*, 2012) en los casos en los que los mercados voluntarios predominan por falta de definiciones operativas en los mercados regulados.

La implementación del mecanismo REDD+ y su extensión al sector AFOLU requiere de desarrollos para eliminar las barreras (línea base, adicionalidad, fugas y permanencia) para su implementación (Moura Costa, 2009). En especial, se ha discutido ampliamente el requerimiento de permanencia en el tiempo de las reducciones de emisiones, ya que en un proyecto forestal puede haber cambios a futuro que provoquen la remoción del bosque. La argumentación para este requerimiento es que un proyecto de energía fósil se considera permanente al reducir las emisiones de GEI. Este argumento ha sido cuestionado, ya que, por ejemplo, la decisión de uso de energía limpia pospone la decisión de emisión, aunque posteriormente es posible emitir GEI al extraer combustibles fósiles (Noble *et al.*, 2000; Skutsch y Trines, 2010; Skutsch y de Jong, 2010), por lo que el sector energía debe considerarse como similar al sector AFOLU con relación a la permanencia de las reducciones. El establecimiento de una línea base en REDD+ representa un escenario hipotético para evaluar las reducciones, por lo que es necesario el uso de diferentes mecanismos o contratos de compensación por los pagos de reducciones permanentes (Dutzchke y Angelsen, 2008; Coleman, 2011).

El objetivo de este trabajo fue, plantear la introducción de un mecanismo financiero, iniciativa del Programa Mexicano del Carbono, que reduzca o elimine las barreras para la implementación de mecanismos tipo REDD+, o similares, en el sector AFOLU, particularmente un banco de carbono orientado a ahorros-prestamos de carbono.

SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE BENEFICIOS

Principales sistemas de distribución de beneficios a escala de países

En la literatura se proponen múltiples sistemas de distribución de beneficios entre países, por evitar emisiones por deforestación y degradación forestal, por lo que en lo siguiente se examinan los principales, dentro del contexto del análisis de sistemas innovadores.

El sistema de compensación por reducción de emisiones propuesto por Santilli *et al.* (2005) busca otorgar pagos de reducciones GEI en función de la historia y compromiso para estabilizar o reducir emisiones a futuro, favoreciendo a los emisores altos. Este sistema se modificó posteriormente para pago a emisores bajos (Mollicone *et al.*, 2007; Strassburg *et*

al., 2008, 2009). El hecho de realizar pagos a países altamente emisores genera incentivos perversos (Moura Costa, 2009), ya que a mayor deforestación y degradación forestal (DD), mayores son los pagos para evitar estas prácticas. Adicionalmente, el concepto de “premiar” por evitar el impacto ambiental negativo (generalmente no permitido en las leyes) implica pagos por cambios de actitud, en lugar de compensar por proveer un bien o servicio público (Moura Costa, 2009).

El concepto de reducir emisiones implica requisitos tales como la adicionalidad (que las acciones sean adicionales a obligaciones o *status quo*), la permanencia (no revertir la reducción de emisiones en el futuro), las fugas (traslado de la reducción a otros sitios para emitirlas) y el establecimiento de una línea base hipotética para evaluar las reducciones. El requerimiento de permanencia (largo plazo o a perpetuidad) genera un tipo de colonialismo de los bosques (Cullet y Kameri Mbote, 1998), con problemas relacionados con la soberanía de los países para decidir sobre sus usos del suelo.

El sistema almacenes-flujos (The Woods Hole Research Center and The Institute for Environmental Research in Amazonia, 2008a, b; Cattaneo, 2009), incluyendo el de bonos para premiar a países exitosos en las metas de reducción (Cattaneo, 2010), considera que el carbono almacenado en los bosques es un activo que debe generar retornos (dividendos) en el tiempo, mientras que los flujos que salen de los almacenes son una forma de depreciación del activo y los flujos que se integran a los almacenes, son inversiones. En este sistema, los países compensan a los proveedores por evitar la depreciación del capital de los almacenes y les paga dividendos, obtenidos de los pagos por reducción de emisiones por DD (Cattaneo, 2009). De esta forma, los países reciben pagos por emisiones evitadas y pagos de dividendos por conservar los almacenes de carbono.

Para facilitar la implementación de “abajo hacia arriba” (de proyectos a la contabilidad nacional), se ha propuesto el concepto de anidamientos en REDD (Pedroni *et al.*, 2009) como un esquema de armonización de las líneas base y sistemas de medición/monitoreo, reporte y verificación (MRV), para obtener metas anidadas a diferentes escalas de intervención. Lee *et al.* (2018) analizan las lecciones aprendidas del enfoque anidado en REDD+. Un caso estudio relevante del sistema de almacenes-flujos y enfoque anidado entre los estados y el gobierno nacional es el de la Amazonia en Brasil (Fearnside, 2012; GCF, 2014; Lee *et al.*, 2018).

La conservación de los almacenes de carbono constituye un sistema alternativo (Moura Costa, 1996; Fearnside, 1997, 2008; Moura Costa, 2009), con pagos por el arrendamiento anual (*leasing*) de los almacenes (Moura Costa, 1996, 2009) o pago de un porcentaje anual del valor de los almacenes, similar a los pagos de interés que se ganan en una cuenta de ahorro de los bancos (Fearnside, 1997, 2008). La conservación de almacenes de carbono puede asociarse al pago de servicios ambientales o ecosistémicos (se utilizan como sinónimos en este trabajo), tales como almacenamiento de carbono y recarga de agua, así como el mantenimiento de la biodiversidad (Fearnside, 1997, 2008), de tal manera que los bosques que están en peligro de deforestación son compensados y los bosques que no lo están (sitios remotos) no reciben compensaciones.

El sistema de conservación de almacenes evita el problema de incentivos perversos (compensa a países que conservan sus bosques) y los asociados a la soberanía (obligación anual, no a largo plazo), en donde las barreras de implementación como adicionalidad, permanencia, fugas y líneas base no son relevantes, premiando la provisión de bienes o servicios ecosistémicos públicos, además de crear un costo de oportunidad para los bosques (más allá de usos alternativos) y facilitar la implementación del enfoque anidado multi-escala (Moura Costa, 2009). En lo general, los pagos recibidos por la conservación de los almacenes de carbono son de tipo anual (*ex post*; es decir, al final del año), a diferencia de pagos temporales con descuentos (Prior *et al.*, 2007).

Mecanismos financieros para el manejo de la no permanencia

La permanencia de las reducciones de emisiones del sector AFOLU son el principal inconveniente para los mercados del carbono, en comparación de las reducciones permanentes de otros sectores (energía, residuos, etc.).

Los pagos temporales por CER (créditos por emisiones reducidas) fueron propuestos por el Gobierno de Colombia (UNFCCC, 2000; Blanco y Forner, 2000), como respuesta al problema de la permanencia de las reducciones de emisiones. Los CER temporales (tCER) con tiempos de expiración, o mecanismos similares, generan pagos menores a los créditos permanentes por incorporar tasa de descuento por los riesgos asociados a las reversiones. Así, es posible evaluar diferentes perspectivas y riesgos asociados a los contratos (Feng

et al., 2002; Herzog *et al.*, 2002; Chomitz y Lecoq, 2003; Marechal y Hecq, 2006; Kim *et al.*, 2008; van Kooten, 2008; Sohngen y Sukwon, 2008; Hediger, 2009).

El punto más crítico, relacionado con la permanencia, es la responsabilidad (obligación) del cumplimiento de esta condición (Sedjo *et al.*, 2001; Sedjo y Marland, 2003), por lo que se han elaborado varias propuestas para este fin (Dutschke y Angelsen, 2008). Con relación a la temporalidad del secuestro de carbono o reducción de emisiones, se encuentran entre los principales mecanismos: ton-años, costo social del carbono y renta del carbono.

Mecanismo de ton-años

El enfoque de ton-años (Moura Costa y Wilson, 2000; Watson *et al.*, 2000) consiste en estimar el potencial de calentamiento global absoluto (AGWP, por sus siglas en Inglés) de 1 ton de CO₂ en la atmósfera. El AGWP puede estimarse de:

$$AGWP(CO_2) = \int_0^{TH} a_x [CO_2(t)] dt \quad (1)$$

donde TH es el horizonte de tiempo considerado, a_x es el forzamiento radiativo relacionado con el clima,

debido al incremento de una unidad de cambio en la concentración atmosférica de CO₂ y, CO₂(t) es el decremento temporal de la abundancia de un pulso de CO₂ emitido (Houghton *et al.*, 1994). Para la función CO₂(t), Moura Costa utilizó una versión simplificada del modelo de Bern (Houghton *et al.*, 1994), la cual se revisó usando una versión mejorada del modelo de Bern (Joos *et al.*, 1996):

$$F[CO_2(t)] = 0.17560 + 0.137467 \exp\left(-\frac{t}{421.093}\right) + 0.185762 \exp\left(-\frac{t}{70.5965}\right) + 0.242302 \exp\left(-\frac{t}{21.4263}\right) + 0.258868 \exp\left(-\frac{t}{3.41539}\right) \quad (2)$$

En la Figura 1a se muestra el pulso de emisiones de 1 t CO₂ con respecto al tiempo y un horizonte de tiempo de 100 años. Considerando $a_x = 1$, sin pérdida de generalidad, AGWP es la integral de la función de CO₂(t), por lo se puede evaluar para el periodo comprendido entre 0 y 100 años, generando aproximadamente 46 ton-años, lo cual es equivalente al secuestro de carbono biótico (1 t) por un periodo de 46 años (Figura 1).

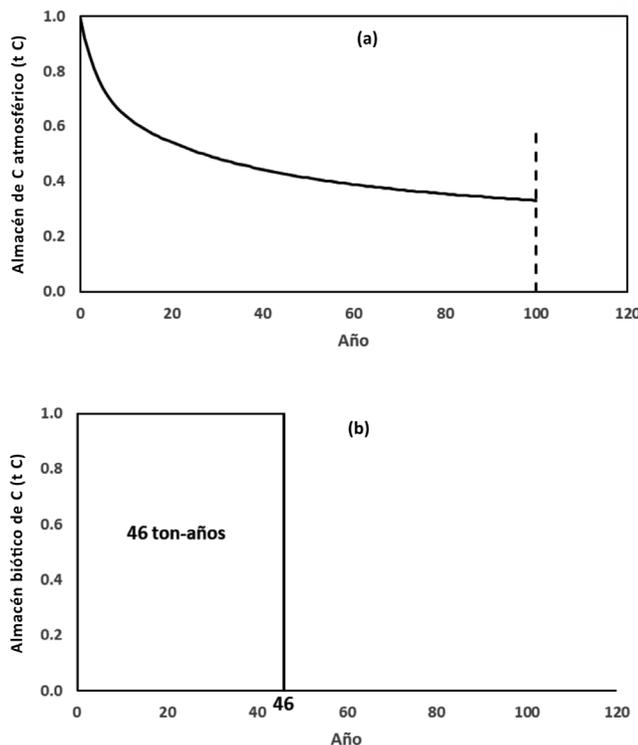


Figura 1. (a) Pulso de 1 t CO₂ hacia a la atmósfera de acuerdo con el modelo de Bern y (b) ton-años equivalentes a la integral del área bajo el pulso emitido a la atmósfera.

Los 46 años son el tiempo equivalente (t_e) del efecto del pulso emitido, bajo el supuesto de no emitir 1 t CO₂ de un almacén biótico. Un factor para hacer equivalentes los créditos temporales y los permanentes (100 años) es definir el factor de equivalencia o f_e ($f_e = 1/t_e = 1/46 = 0.0217$), por lo que los pagos por no emitir 1 t CO₂ durante un año serán el 2.17 % (tasa de descuento) del valor del costo total de una reducción permanente. El uso de un horizonte de tiempo de 100 años ha sido justificado por Fearnside (2002a) y es parte de muchos protocolos actuales de secuestro de carbono y reducción de emisiones GEI.

Lashof y Hare (1999) argumentan en contra del uso de los mecanismos para considerar las reducciones de emisiones del sector forestal, aduciendo que éstas pueden liberarse en forma posterior, empeorando los efectos climáticos. Fearnside (1999) discute en contra, aclarando que la preocupación solo es aplicable a plantaciones forestales. Asimismo, Korhonen *et*

al. (2002) mencionan que el mecanismo de ton-años malgasta recursos para lograr los objetivos de estabilización climática, entre otros, en donde solo el secuestro permanente es significativo. No obstante esta visión, los beneficios del secuestro temporal de carbono han sido sólidamente establecidos, a partir de diferentes argumentos (Chomitz, 1998, 2000; Marland *et al.*, 2001b; Marshall y Kelly, 2010).

Watson *et al.* (2000) introdujeron el modelo de Lashof para la contabilidad de ton-años. La Figura 2a muestra la situación discutida en Moura Costa y Wilson (2002) y planteada por Lashof, en donde 1 t CO₂ se emite después del periodo de 46 años, provocando emisiones (área bajo la curva) equivalentes a 29 ton-años (Figura 2b), por lo que los beneficios serán de 19 ton-años ($46 - 29 = 17$). De esta manera, el beneficio total en 100 años es 37% ($17/46$) del esperado y los pagos anuales deben ajustarse en forma correspondiente.

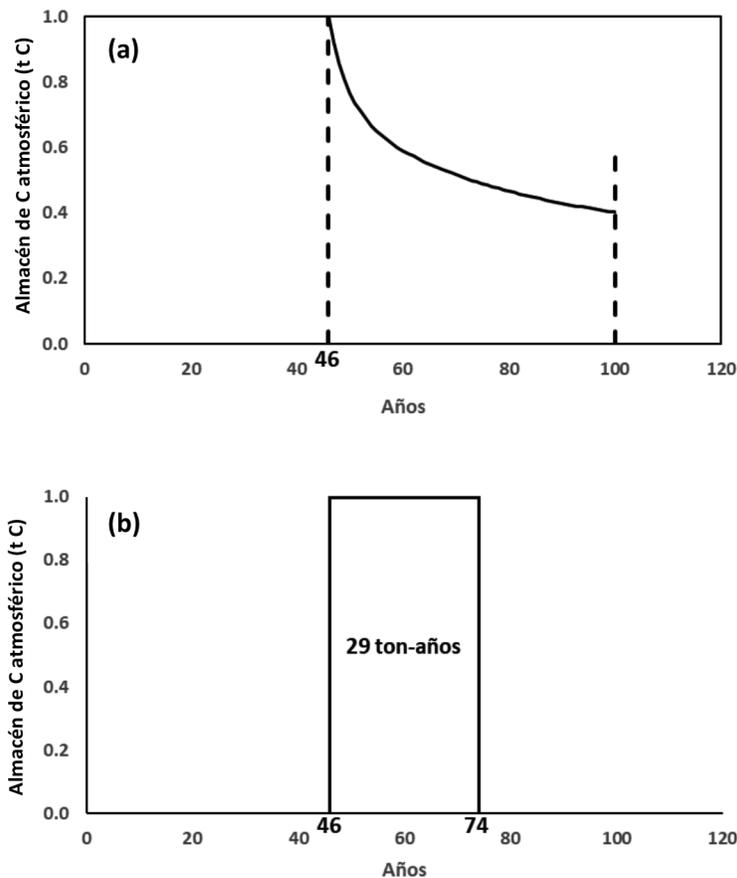


Figura 2. (a) Pulso de 1 t CO₂ hacia a la atmósfera emitido después de 46 años, de acuerdo con el modelo de Bern y (b) ton-años equivalentes a la integral del área bajo el pulso emitido a la atmósfera.

En las discusiones anteriores se ha utilizado una tasa de descuento (t_d) de cero para el carbono. Varios autores proponen el uso de t_d mayores que cero para modelar situaciones de preferencias en el tiempo, de las decisiones de reducir emisiones o secuestrar carbono (Fearnside, 1997, 2000, 2002a, b; Marshall y Kelly, 2010), bajo la consideración de una preferencia temporal es inevitable en la toma de decisiones. En el mecanismo de ton-años de Moura Costa (2000) se utilizó un horizonte de tiempo de 100 años y una $t_d = 0$, lo cual es equivalente al uso de un horizonte de tiempo de 1 000 años del modelo de Bern y una $t_d = 0.9\%$ (Fearnside *et al.*, 2000). Para un horizonte de tiempo de 100 años, el uso de una $t_d = 1\%$ define $t_c = 32$ ton-años ($f_c = 1/32 = 0.03125$) (Fearnside, 2002b). Con el uso de un modelo que asigna pesos a los intereses (daños) de diferentes generaciones, se obtiene $t_c = 31$ ton-años ($f_c = 1/31 = 0.03226$) (Fearnside, 2002b). Los datos anteriores presentan t_d que van de 0.9% a 3.2%.

Mecanismo del costo social del carbono

El costo social del carbono (CSC) es un estimado de los daños económicos que resultarían de emitir 1 ton de GEI a la atmósfera (Rennert y Kingdom, 2019), lo cual puede plantearse como valor en dinero o tasa de descuento (Johnson y Hope, 2012). El almacenamiento temporal de carbono asociado al CSC muestra beneficios a la sociedad (Marshall y Kelly, 2010). Hay diferentes estimaciones del CSC que van de $t_d = 1.4\%$ (Stern, 2007), $t_d = 2.4\%$ (IPCC, 2007), $t_d = 3\%$ (U.S. Government Interagency Working Group on Social Cost of Carbon, 2010; Wang *et al.*, 2019).

Mecanismo de renta del carbono

Los esquemas utilizados para asegurar el cumplimiento de los acuerdos de arreglos temporales de créditos de carbono se concentran en la responsabilidad sobre la permanencia de los almacenes de carbono (Sedjo *et al.*, 2001), la cual puede formularse en términos de reservas (*buffers*), seguros o expiración de los créditos (Subak, 2003). Así, por ejemplo, la propuesta colombiana de créditos temporales (UNFCCC, 2000) se ha replanteado como un mecanismo de renta de carbono, sin el problema de expiración, pudiéndose renovar sin restricciones (Marland *et al.*, 2001). El uso de reservas implica costos de oportunidad considerables (UNEP Finance Initiative, 2008), por lo que se han propuestos esquemas de seguros que van de proteger los riesgos de fugas, permanencia y adicionalidad (van Oosterzee *et al.*, 2012), hasta solo la permanencia

(Wong Leung y Dutschke, 2003; Subak, 2003; Dutschke y Angelsen, 2008). Los seguros implican mecanismos de transferencia de riesgos (reaseguros) y no de remoción, por lo que están sujetos a condiciones para su operación (Wong Leung y Dutschke, 2003; Dutschke y Angelsen, 2008; UNEP Financial Initiative, 2008), incluyendo riesgos morales y de selección adversa (Wong Leung y Dutschke, 2003).

La renta (*renting*) del almacén de carbono se ha propuesto como un mecanismo para créditos temporales (Sedjo *et al.*, 2001; Marland *et al.*, 2001a; Sedjo y Marland, 2003) que se comportan como “fracciones de permanencia” en la duración de los contratos de renta (Dutschke, 2002). La renta anual de carbono se comporta como un sistema de crédito/débito simétrico, a diferencia del mecanismo de ton-años. La determinación de la tasa de interés o $t_i (= t_d)$ de las rentas anuales se establece con procedimientos estándar de los mercados de capital: precio del crédito permanente, costos de implementación y tasa de descuento (Marland *et al.*, 2001a, b).

Bajo el esquema de rentas anuales, los servicios suministrados por los bosques pueden conceptualizarse como pagos por servicios ecosistémicos o ambientales y conservación de la biodiversidad (Fearnside, 1997, 2008). En el caso de México, los pagos por servicios ambientales (PSA) se discuten en FAO (2013). Con el uso de la definición de PSA orientada a mercados (Wunder, 2007), los análisis realizados a los PSA en México se comportan como subsidios (Shapiro Garza, 2013), donde éstos han tenido poco impacto en la reducción de las tasas de deforestación, ya que muchos pagos se realizan en áreas sin riesgo de deforestación (García Romero, 2012).

INICIATIVA DEL BANCO MEXICANO DEL CARBONO

La utilización de un sistema de créditos temporales a través de un Banco del Carbono ha sido propuesta por Esuola y Weersink (2006) considerando periodos de cinco años, así como por Bigsby (2009a, b), quien propone periodos anuales. Un Banco del Carbono es similar en su funcionamiento a un banco comercial, en el que los dueños del carbono lo depositan en una cuenta de ahorros que genera intereses y el banco lo presta (renta) a los compradores a cambio de un pago (tasa de interés). La moneda en uso del banco es el carbono, no dinero. García Barrios *et al.* (2012) propusieron un modelo de Banco del Carbono para

Guatemala, sin que se haya implementado. Adicional al concepto de Banco del Carbono, se han planteado bancos para la gestión de riesgos de volatilidad de los precios de los mercados del carbono (Sustainable Prosperity, 2012) y para esquemas de financiamientos de proyectos de agricultura y forestería para el mercado voluntario (AGree, 2020; FACA, 2020). El banco funciona como un agregador de carbono de diferentes

fuentes (Figura 3), para igualar la oferta y la demanda, con oferta > demanda como esquema de seguridad en los contratos de renta y operación eficiente del banco. Las moléculas de CO₂ son intercambiables entre sí, a lo que se denomina sostenibilidad débil (Biggsby, 2012), a diferencia de la sostenibilidad fuerte, que consiste en el aseguramiento de un recurso de carbono específico.

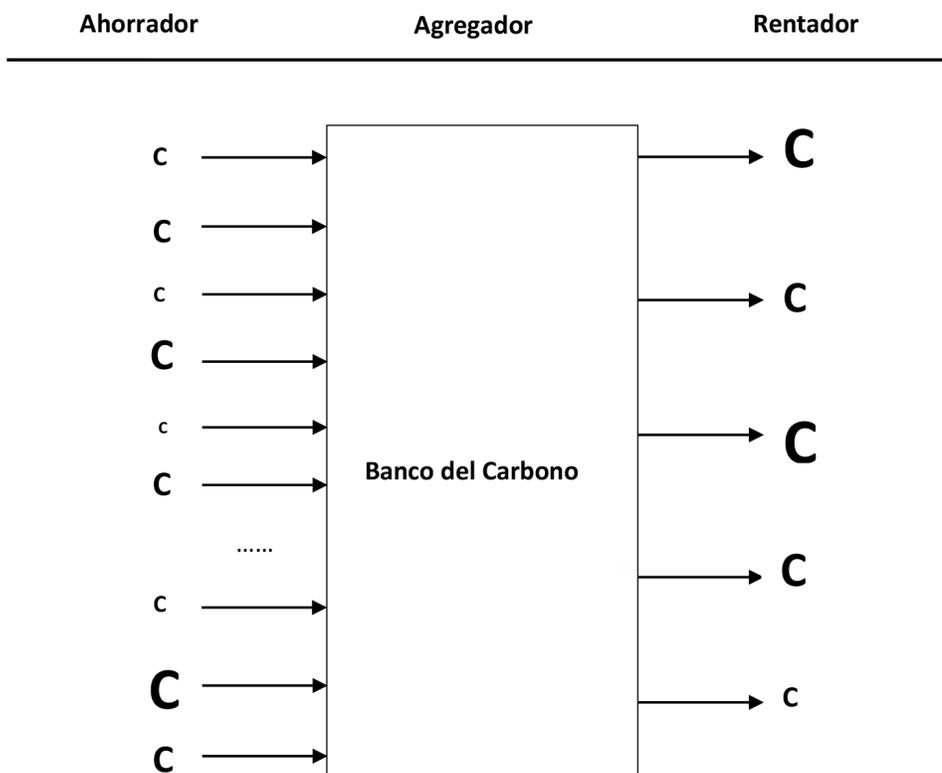


Figura 3. Concepto de un Banco del Carbono.

Elementos del Banco del Carbono

- (a) Los pagos corresponden a servicios ecosistémicos o ambientales, por conservar los almacenes, no a flujos. El concepto de no deforestar ni degradar, se usa como sinónimo de conservar e incrementar almacenes.
- (b) Los servicios ambientales, a considerar inicialmente, serán el almacenamiento de carbono y la recarga de agua subterránea, más la conservación/incremento de la biodiversidad. Los pagos serán por solo

- conservación de los almacenes de carbono, o asociados a carbono “premium”, con servicios ambientales hidrológicos y de biodiversidad.
- (c) Los pagos por carbono estarán orientados solamente a sitios con riesgo de deforestación o degradación forestal y no se harán pagos a sitios localizados en áreas sin riesgo de perturbaciones antropogénicas. Inicialmente solo se considera la cercanía a asentamientos humanos, vías de comunicación,

agricultura y zonas con deforestación/degradación forestal como medida de riesgos.

- (d) Toda persona física o moral con derechos sobre los almacenes de carbono es candidato al uso del Banco del Carbono, requiriéndose solo la presentación de los documentos probatorios.
- (e) El uso del Banco del Carbono es voluntario, pudiendo retirarse en cualquier tiempo que se decida. En el caso de contratos en proceso (anual), el retiro del carbono tendrá una penalización (descuento en próximos contratos) por incumplimiento.
- (f) Los contratos asociados al esquema ahorros-rentas es renovable en forma anual, hasta un horizonte de tiempo por establecer.
- (g) En el caso de incrementos de los almacenes de carbono transcurrido el año del contrato, no se considerarán (enfoque conservador), aun cuando pueden tomarse en cuenta en la renovación del contrato.
- (h) El depósito de carbono en el banco no requiere que el dueño lo tenga en existencia en el tiempo de depósito, mientras esté certificado por alguna autoridad con el potencial de hacerlo, tal como un instituto o dependencia forestal o ambiental.
- (i) La propiedad del carbono es del dueño/poseedor o quien tenga los derechos de los almacenes y no del que lo renta (diferencia entre renta y arrendamiento). Los derechos de los créditos (servicios ambientales) le pertenecen a quien lo renta.
- (j) Con el depósito de los almacenes de carbono de un sitio específico, el depositante recibirá un pago anual determinado (renta anual asociada a una tasa de interés o descuento). El pago se hará al vencer el año, a partir de la fecha de depósito del carbono.
- (k) El que renta el carbono (pagos *ex post*) posee los

derechos del carbono almacenado al momento de realizar el pago de los intereses correspondientes.

- (l) El Banco del Carbono cobra una pequeña comisión (alrededor del 10 %) por la administración, medición/monitoreo, reporte y verificación (pagos por carbono depositado < rentas recibidas por carbono depositado).
- (m) El sistema de medición/monitoreo, reporte y verificación (MRV) será un esquema híbrido, realizado por las propias comunidades o dueños, con derechos de los almacenes de carbono y monitoreo tipo profesional, con un enfoque de conservación de la incertidumbre de cada fuente.
- (n) En una primera etapa de la operación del Banco del Carbono solo se enfocará al sector AFOLU y la permanencia temporal de los almacenes de carbono. Posteriormente se incluirán contratos de créditos permanentes.
- (o) Las unidades de carbono serán en términos de $t\text{CO}_{2\text{eq}}$ por lo que no solo se considerará el gas CO_2 como referencia.

COMENTARIOS FINALES

La discusión de los diferentes elementos constitutivos de la iniciativa del Programa Mexicano del Carbono de establecer un Banco Mexicano del Carbono, establece las bases para una primera aproximación a una estrategia de implementación de mecanismos alternativos de mercados voluntarios, asociados al mercado privado nacional, bajo enfoques de costo-efectividad y eficiencia.

RECONOCIMIENTO

El autor agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo a través del FORDECYT-PRONACES para realizar este trabajo mediante el financiamiento al proyecto 319069 “Resiliencia y estabilidad socioecológica de la cafecultura mexicana bajo sombra: hacia nuevos paradigmas”

LITERATURA CITADA

- AGree. 2021. USDA National Climate Bank – Concept Note. Washington, DC
- Angelsen, A., C. Martius, V. de Sy, A. E. Duchelle, A. M. Larson and P. T. Thuy (eds.). 2021. REDD+: La Transformación. Lecciones y Nuevas Direcciones. CIFOR. Bogor, Indonesia.
- Angelsen, A. 2008. REDD models and baselines. *International Forestry Review* 10:465-474.
- Bigsby, H. 2009a. Carbon banking: creating flexibility for forest owners. *Forest Ecology and Management* 257:378-383.
- Bigsby, H. 2009b. Making carbon markets work for small forest owners. *NZ Journal of Forestry* 54:31-37.
- Bigsby, H. 2012. The case of weak sequestration. *Journal of Forest Economics* 18:1-2.
- Blanco, J. and C. Forner. 2000. Special considerations regarding the “Expiring CERs” proposal. *In: J. Blanco and C. Forner (eds.). International Forum on Enhancement on Japan’s Private Sector’s Overseas Re-Afforestation Cooperation. Ministerio del Medio Ambiente de Colombia. Bogota, Colombia.*
- Cattaneo, A. 2009. A Revised Stock-Flow Mechanism to Distribute REDD Incentive Payments Across Countries. The Woods Hole Research Center.
- Cattaneo, A. 2010. Incentives to reduce emissions from deforestation: a stock-flow approach with target reductions. pp. 93-120. *In: V. Bosetti and F. Lubowski (eds.). Deforestation and Climate Change: Reducing Carbon Emissions from Deforestation and Forest Degradation. Edward Elgar Publishing. Cheltenham, UK.*
- Chazdon, R. L. Beyond deforestation: restoring forests and ecosystem services on degraded lands. *Science* 320:1458-1460.
- Chomitz, K. M. 1998. The Permanence and Duration Issue in Carbon Offsets Based on Sequestration. World Bank. New York.
- Chomitz, K. M. 2000. Evaluation Carbon Offsets from Forestry and Energy Projects: How do They Compare? World Bank Policy Research Working Paper 2357. New York 25 p.
- Chomitz, K. M. and F. Lecocq. 2003. Temporary Sequestration Credits an Instrument for Carbon Bears. World Bank Policy Research Working Paper 3181. New York.
- Coleman, A. 2011. Financial Contracts and the Management of Carbon Emissions in Small Scale Plantation Forests. Motu Working Paper 11-04. Motu Economics and Public Policy Research. Wellington, New Zealand.
- Cullet, P. and P. Kameri Mbote. 1998. Joint implementation and forestry projects: conceptual and operational fallacies. *J. Int. Affairs* 74:393-408.
- Dutschke, M. 2002. Fractions of permanence – squaring the cycle of sink carbon accounting. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 7:381-402.
- Dutschke, M. and A. Angelsen. 2008. Chapter 8: How do We Ensure Permanence and Assign Liability? pp. 77-86. *In: A. Angelsen (ed.). Moving Ahead with REDD: Issues, Options and Implications. CIFOR. Bogor, Indonesia.*
- Edwards, D. P., B. Fisher and E. Boyd. 2010. Protecting Degraded Rainforests: Enhancement of Forest Carbon Stocks Under REDD+. *Conservation Letters* 3:313-316.
- Esuola, A. G. and A. Weersink. 2006. Carbon Banks: an efficient means to exchange sequestered carbon. *J. Environ. Qual.* 35:1525-1532.
- FACA. 2020. Food and Agriculture Climate Alliance Carbon Bank Recommendations. Food and Agriculture Climate Alliance.
- FAO. 2013. Forest Conservation in Mexico, Ten Years of Payments for Ecosystem Services. Case Studies on Remuneration of Positive Externalities (RPE)/Payments for Environmental Services (PES. Prepared for the Multi-stakeholder dialogue. 12-13 September 2013. FAO. Rome, Italy.
- Fearnside, P. M. 1997. Environmental services as a strategy for sustainable development in rural Amazonia. *Ecological Economics* 20:53-70.
- Fearnside, P. M. 1999. The Potential of Brazil’s Forest Sector for Mitigating Global Warming Under the Kyoto Protocol’s “Clean Development Mechanism”. pp. 634-646. *In: J. D. Kinsman, C. V. Mathai, M. Baer, E. Holt and M. Trexler (eds.). Global Climate Change Science, Policy and Mitigation/Adaptation Strategies. Proceedings of the Second International Specialty Conference. Washington, DC. 13-15 October 1998. Sewickley, Pennsylvania. Air and Waste Management Association (AWMA).*
- Fearnside, P. M. 2002a. Why a 100-year horizon should be used for global warming mitigation calculations. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 7:19-30.
- Fearnside, P. M. 2002b. Time preference in global warming calculations: a proposal for a unified index. *Ecological Economics* 41:21-31.
- Fearnside, P. M. 2008. Amazon forest management as a source of environmental services. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias* 80:101-114.
- Fearnside, P. M. 2012. The theoretical battlefield: accounting for the carbon benefits of maintaining Brazil’s Amazon Forest. *Carbon Management* 3:145-158.
- Fearnside, P. M., D. A. Lashof and P. Moura Costa. 2000. accounting for time in mitigation global warming through land-use change and forestry. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 5:239-270.
- Feng, H., J. Zhao and C. L. Kling. 2002. The time path and implementation of carbon sequestration. *Am. J. Agr. Econ.* 84:134-149.

- García Barrios, H. Bigsby and G. Kerr. 2012. Small Forests Owners and Environmental Sustainability in Guatemala: The Potential of the Carbon Banking Approach. Paper presented at the 2012 NZARES Conference. Tahuna Conference Centre, Nelson, New Zealand. August 30-31, 2012.
- García Romero, H. 2012. Payments for Environmental Services: Can They Work? The Case of Mexico. Field Actions Science Reports <http://factsreports.revues.org/1711>.
- GCF. 2014. Contributions to the National REDD+ Strategy: A Proposal for Allocation Between States and The Union. 2nd Edition Revised and Updated. Governors' Climate and Forests Task Force. IDESAM. Manaus, Brazil.
- Hediger, W. 2009. The Non-Permanence of Optimal Soil Carbon Sequestration. The 83rd Annual Conference of the Agricultural Economics Society 32 p.
- Herzog, H., K. Cladeira and J. Reilly. 2002. An Issue of Permanence: Assessing the Effectiveness of Temporary Carbon Storage. Report No. 92. MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change. Cambridge, MA 15 p.
- Houghton, J. T., L. G. Meira Filho, J. Bruce, L. Hoesung, B. A. Callander, F. Haites, N. Harris and K. Maskell (eds.). 1994. Climate Change 1994: Radiative Forcing of Climate Change and an Evaluation of the 1992 IS92 Emissions Scenario. Cambridge University Press. Cambridge, UK 339 p.
- Humphreys, D. 2008. The politics of 'Avoided Deforestation': historical context and contemporary issues. *International Forestry Review* 10:433-442.
- IPCC. 2007. Fourth Assessment Report_ Climate Change 2007 Synthesis Report. Geneva.
- Johnson, L. T. and C. Hope. 2012. The social cost of carbon in U.S. regulatory impact analyses: an introduction and critique. *J. Environ. Stu. Sci.* doi:10.1007/s13412-012-0087-7.
- Joos, F., M. Bruno, R. Fink, T. F. Stocker, U. Siegenthaler, C. Le Quéré, and J. L. Sarmiento. 1996. An Efficient and Accurate Representation of Complex Oceanic and Biospheric Models of Anthropogenic Carbon Uptake. *Tellus* 48B:397-417.
- Karsenty, A., N. Tulyasuwan, Global Witness and D. E. de Blas. 2012. Financing options to support REDD+ activities, based on a review of the literature. Report for the European Commission. D.G, Climate Action. CIRAD. Paris, France.
- Kim, M. K., B. A. McCarl and B. C. Murray. 2008. Permanence discounting for land-based carbon sequestration. *Ecological Economics* 64:763-769.
- Korhonen, R., K. Pingoud, I. Savolainen and R. Matthews. 2002. The role of carbon sequestration and the tone-year approach in fulfilling the objective of climate convention. *Environ. Sci. Pol.* 5:429-441.
- Lashof, D. and B. Hare. 1999. The role of biotic carbon stocks in stabilizing greenhouse gas concentration at safe levels. *Environmental Science and Policy* 2:101-109.
- Lee, D., P. Llopis, R. Waterworth, G. Roberts and T. Pearson. 2018. Approaches to REDD+ Nesting, Lessons Learned from Country Experiences. The World Bank, Forest Carbon Partnership and BioCarbon Fund.
- Lee, D., M. Skutsch and M. Sadker. 2018. Challenges with Measurement and Accounting of the Plus in REDD+. Climate and Land Use Alliance and FAO.
- Marland, G., K. Fruit and R. A. Sedjo. 2001a. Renting Carbon Offsets: The Question of Permanence. Resources for the Future. Washington, DC.
- Marland, G., K. Fruit and R. A. Sedjo. 2001b. Accounting for sequestered carbon: the question of permanence. *Environmental Science and Policy* 4:259-268.
- Marshall, L. and A. Kelly. 2010. The Time Value of Carbon and Carbon Storage: Clarifying the Terms and the Policy Implications of the Debate. Working Paper. World Resources Institute. Washington, DC. 23 p.
- Mollicone, D., F. Archard, S. Federici, H. D. Eva, G. Grassi, A. Belward, F. Raes, G. Seufert, H. J. Stibig, G. Matteucci and E. D. Schulze. 2007. An incentive mechanism for reducing emissions from conversion of intact and non-intact forests. *Climate Change* 83:477-493.
- Moura-Costa, P. 1996. Tropical Forestry Practice for Carbon Sequestration. pp. 308-334. *In: Schulte, E. and D. Schone (eds.) Dipterocarp Forests Ecosystems – Towards Sustainable Management.* World Scientific. Singapore.
- Moura-Costa, P. 2009. Compensation for Carbon Stock Maintenance in Forests as an Alternative to Avoiding Flows. Oxford Centre for Tropical Forests, Environmental Change Institute. University of Oxford. Oxford, UK.
- Moura-Costa, P. and C. Wilson. 2000. An equivalence factor between CO₂ avoided emissions and sequestration – description and applications in forestry. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 5:51-60.
- Noble, M. Apps, R. Houghton, D. Lashof, W. Makundi, D. Muryarso, B. Murray, W. Sombroek and R. Valentini. 2000. Implications of Different Definitions and General Issues. pp. 53-156. *In: R.T. Watson, I.R. Noble, B. Bolin, N. H. Ravindranath, D. J. Verardo and D. J. Dokkens (eds.) Land Use, Land Use Change, and Forestry.* Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Pedroni, L., M. Dutschke, C. P. Streck and E. M. Porrua. 2009. Creating incentives for avoiding further deforestation: the nested approach. *Clim. Pol.* 9:207-220.
- Prior, S., R. O'Sullivan and C. Streck. 2007. A Carbon Stock Approach to Creating a Positive Incentive to Reduce Emissions from Deforestation and Forest Degradation. Joint Submission to the UNFCCC Secretariat on Reducing Emissions from Deforestation in Developing Countries by Centre for International Sustainable Development Law and Global Public Police Institute 24 p.

- Putz, F.E. and K.H. Redford. 2009. Dangers of carbon-based conservation. *Global Environmental Change* 19:400-401.
- Rennert, K. and C. Kingdom. 2019. *Social Cost of Carbon. Resources for the Future.* Washington, DC.
- Santilli, M., P. Moutinho, S. Schwartzman, D. Nepstad, L. Curran and C. Nobre. 2005. Tropical deforestation and Kyoto protocol. *Climate Change* 71:267-276.
- Sedjo, R. A. and G. Marland. 2003. Intergrading permanent emissions credits and rented temporary carbon emissions offsets: some issues and alternatives. *Climate Policy* 3:435-444.
- Sedjo, R. A., G. Marland and K. Fruit. 2001. Renting Carbon Offsets: The Question of Permanence.
- Shapiro-Garza, E. 2013. Contesting the market-based nature of Mexico's national payment for ecosystem services programs: four sites of articulation and hybridization. *Geoforum* 46:5-15.
- Skutsch, M. and B. de Jong. 2010. The permanence debate. *Science* 327:1079.
- Skutsch, M. and E. Trines. 2010. Understanding Permanence in REDD. K:TGAL Policy Paper No. 6.
- Smith P., M. Bustamante, H. Ahammad, H. Clark, H. Dong, E.A. Elsiddig, H. Haberl, R. Harper, J. House, M. Jafari, O. Masera, C. Mbow, N. H. Ravindranath, C. W. Rice, C. Robledo Abad, A. Romanovskaya, F. Sperling and F. Tubiello, 2014: Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU). *In: O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J. C. Minx (eds.). Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Sohngen, B., and C. Sukwon. 2008. Costs of Carbon Storage Through Selected Forests Management Options. pp. 49-83. *In: S. Brown, N. Harris, S. Grimland, J. Winstein, N. Sampson and B. Sohngen (eds.). Terrestrial Carbon Sequestration in Wisconsin: Quantities and Costs.* Winrock International. Arlington, VA, USA.
- Stern, N. 2007. *The Stern Review: The Economics of Climate Change.* Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Strassburg, B., K. Turner, B. Fisher, R. Scheffer and A. Lovett. 2008. An Empirically-Derived Mechanism of Combined Incentives to Reduce Emissions from Deforestation. CSERGE Working Paper ECM 08-01. Norwich, UK.
- Strassburg, B., K. Turner, B. Fisher, R. Scheffer and A. Lovett. 2009. REDD: the combined incentives mechanism. *Global Environ. Change* 19:265-278.
- Subak, S. 2003. Replacing carbon lost from forests: an assessment of insurance, reserves, and expiring credits. *Climate Policy* 3:107-122.
- Sustainable Prosperity. 2011. *A Carbon Bank: Managing Volatility in a Cap-and-Trade System.* Policy Brief. Ottawa, Ontario, Canada.
- The Woods Hole Research Center and The Institute for Environmental Research in Amazonia. 2008a. A Stock-Flow Mechanism to Reduce Emissions from Deforestation. Submission by WHRC and IPAM to the UNFCCC Regarding Workshop on Policy Approaches and Positive Incentives on Issues Relating to Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries. Woods Hole Research Center. Falmouth, MA, USA.
- The Woods Hole Research Center and The Institute for Environmental Research in Amazonia. 2008b. How to Distribute REDD Funds Across Countries? A Stock-Flow Mechanism. Submission by WHRC and IPAM to the UNFCCC Regarding Workshop on Policy Approaches and Positive Incentives on Issues Relating to Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries. Woods Hole Research Center. Falmouth, MA, USA.
- UNEP Finance Initiative. 2008. Making Forests Competitive, Exploring Insurance Solutions for Permanence. Concept Paper.
- UNFCCC. 2000. UNFCCC/SBSTA/2000/MISC.8. Colombia Ministry of the Environment. Expiring CERs, A Proposal to Addressing the Permanence Issue. pp. 23-26. United Nations Framework Convention on Climate Change.
- UNFCCC. 2005. FCCC/CP/2005/MISC.1. Reducing Emissions from Deforestation in Developing Countries: Approaches to Stimulate Action. Proposal from Governments of Papua New Guinea and Costa Rica.
- UNFCCC. 2007. FCCC/CP/2007/6/Add.1. Decision 1/CP.13. Bali Action Plan.
- UNFCCC. 2009. Decision 4/CP.15. Methodological Guidance for Activities Relating to Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation and the Role of Conservation, Sustainable Management of Forests and Enhancement of Forest Carbon Stocks in Developing Countries. Conference of the Parties.
- U.S. Government Interagency Working Group on Social Cost of Carbon. 2010. Technical Support Document: Social Cost of Carbon for Regulatory Impact Analysis under Executive Order 12866.
- Van Kooten, G. C. 2008. Biological Carbon Sequestration and Carbon Trading Revisited. 12th Congress of the European Association of Agricultural Economists. 10 p.
- van Oosterzee, P., J. Blignaut and J. A. Bradshaw. 2012. REDD hedges against avoided deforestation's unholy trinity of

leakage, permanence and additionality. *Conservation Letters* 5:266-273.

Wang, P., X. Deng, H. Zhou and S. Yu. 2019. Estimates of the social cost of carbon: a review based on meta-analysis. *Journal of Cleaner Production* 209:1494-1507.

Watson, R. T., I. R. Noble, B. Bolin, N. H. Ravindranath, D. J. Verardo and D. J. Dokken. 2000. *IPCC Special Report on Land Use, Land-Use Change and Forestry*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. Cambridge, UK.

Wong Leung, J. P. and M. Dutschke. 2003. *Can Permanence be Insured? Consideration of Some Technical and Practical Issues of Insuring Carbon Credits from Afforestation and Reforestation*. HWWA Discussion Paper No. 235.

Wunder, S. 2007. The efficiency of payment for environmental services in tropical conservation. *Conservation Biology* 21:48-58.