
GASES DE EFECTO INVERNADERO Y SISTEMAS ALTERNATIVOS COMO OPCIÓN PARA SU ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN

Reinel López

Aprendiz Tecnólogo en Gestión de Empresas Agropecuarias

Laura Rojas

Profesional SENNOVA

Carolina González

Profesional SENNOVA

Mauricio Ramírez

Instructor Pecuario

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA - Regional Huila

Centro de Formación Agroindustrial La Angostura

Grupo de investigación Agroindustrial La Angostura

Semillero de investigación Agrogestión

Autores para correspondencia: laurarojasbasto@gmail.com

Resumen: El departamento del Huila presenta un área considerable bajo condiciones de bosque seco tropical, por este motivo presenta alto nivel de vulnerabilidad frente a los efectos del cambio climático; en este sentido, se adelantan proyectos direccionados a la mitigación y adaptación, enfocados principalmente al aprovechamiento de los recursos en términos de producción agropecuaria; los sistemas agroforestales, haciendo especial énfasis en los silvopastoriles, mejoran considerablemente los procesos e interacciones, generando un estado de equilibrio. En el presente documento se presenta la recopilación de información, sobre gases de efecto invernadero y su relación con el sector agropecuario, presentando finalmente conceptos que respaldan el uso de alternativas agroforestales como herramientas de mitigación y adaptación al cambio climático.

Palabras clave: Mitigación, agroforestería, adaptación, emisiones.

GREENHOUSE GASES AND ALTERNATIVE SYSTEMS AS AN OPTION FOR ADAPTATION AND MITIGATION

Abstract: The department of Huila has a considerable area under conditions of tropical dry forest, for this reason presents a high level of vulnerability to the effects of climate change; in this sense, projects aimed at mitigation and adaptation are focused mainly on the use of resources in terms of agricultural production; agroforestry systems, with special emphasis on silvopastoral systems, considerably improve processes and interactions, generating a state of equilibrium. This document presents the collection of information on greenhouse gases and their relationship with the agricultural sector, finally presenting concepts that support the use of agroforestry alternatives as tools for mitigation and adaptation to climate change.

Keywords: Mitigation, agroforestry, adaptation, emissions.

Introducción

El cambio climático global es un hecho comprobado y su causa es fundamentalmente antropogénica (González y Carlsson, 2007; CEPAL, 2016) debido a la acelerada concentración de gases efecto invernadero (GEI) (Rosenzweig y Rattinger, 2007). Aquello que concierne a procesos agrícolas, a nivel mundial, los principales componentes de las emisiones en este aspecto, son el N_2O liberado de las prácticas agrícolas en un 38%, el CH_4 y N_2O provenientes de la ganadería en 38%, el CH_4 del cultivo del arroz en 11%, y el CH_4 y N_2O de la quema de vegetación y los residuos agrícolas que sumados representan el 13% (Burney *et al.*, 2010; Nieto *et al.*, 2014; Cruz y Martínez, 2015; Acosta *et al.*, 2017).

Por tanto, la causa principal del cambio climático son los enormes volúmenes de gases de efecto invernadero (GEIs) provenientes de actividades humanas (Muñoz y Vázquez, 2013). Las actividades antrópicas, como la deforestación o el uso de combustibles fósiles, han incrementado significativamente el promedio de contenido de CO_2 en la atmósfera, desde la revolución industrial con 280 ppm, hasta 380 ppm en el 2010; en este sentido, el *Intergovernmental Panel on Climate Change*-IPCC, predice para finales del siglo actual, pueden ser de 700 ppm (Yin *et al.*, 2010).

Estudios recientes en regiones templadas, han demostrado que los sistemas agroforestales, en especial los silvopastoriles, tienen mayor potencial para capturar carbono, comparado con un sistema en monocultivo (Ferreiro *et al.*, 2016), mejorando de esta manera, el incremento de biomasa y materia orgánica en los suelos (Oelbermann *et al.*, 2004; Soto-Pinto *et al.*, 2010).

¿Qué es el carbono?

Este elemento se encuentra depositado en todas las esferas del sistema global; en la atmósfera como dióxido de carbono, metano y otros componentes; en la hidrosfera, en forma de dióxido de carbono disuelto

en al agua, en la litósfera, en las rocas y en depósitos de carbón, petróleo y gas (González, *et al.*, 2015; Cabarcas *et al.*, 2017).

El carbono circula entre la atmósfera, la hidrosfera, la biosfera y la litosfera por medio de las interacciones en escalas de tiempo, que van desde procesos fisiológicos que demoran algunas horas, días, meses y estaciones hasta aquellos que tardan prolongados periodos geológicos (Benavides y León, 2007); es por eso que procesos como, la fotosíntesis, con la fijación de CO_2 y la liberación de oxígeno, constituye la principal fuente de energía almacenada en todas las redes alimentarias (Ramírez y Bolaños, 2012).

Se ha demostrado que el secuestro de C en el suelo, (Macías, 2005) depende de las características químicas del suelo, como el pH, las raíces de los árboles, y las entradas de hojarasca en el suelo, junto con las propiedades físicas del suelo que cambiaron con los perfiles de profundidad. Un estudio realizado por Ferreiro y colaboradores (2016) mostró que el almacenamiento de C por hectárea en los 25 cm superiores del suelo, varió de 73 mg. C /ha - 1 a 82 mg. C/ ha - 1 en todo el suelo, por tanto, se afirma que a mayor densidad aparente del suelo, menor concentración de carbono.

¿Qué es efecto invernadero?

El gas efecto invernadero se presenta en emisiones de gases a la atmósfera (Vicehes y Gil-Pérez, 2016) posibilita la vida en la superficie terrestre, en tanto que para mantener el balance energético, la tierra debe remitir al espacio, en forma de calor, la energía recibida del sol que calienta la superficie de la misma (Espíndola y Valderrama, 2012; Naranjo *et al.*, 2012; IDEAM *et al.*, 2015).

El aumento sostenido de los gases traza de la atmósfera de tipo invernadero, como el CO_2 (dióxido de carbono), CH_4 (metano), NO_2 (dióxido de nitrógeno); (BSI, 2008) conduce a un aumento de las temperaturas efectiva del planeta, atmosférica y superficial, respecti-

vamente, como respuesta climática del sistema atmósfera-superficie (Peñaloza, 2006).

Gases de efecto invernadero

Los GEI, son compuestos que están presentes en la atmósfera en concentraciones pequeñas, aumentan la temperatura de la atmósfera baja, debido a su capacidad para absorber y remitir radiación infrarroja, y se estima que tres cuartas partes del efecto invernadero natural se debe al vapor de agua (Bretscher, 2005; IDEAM, 2010).

Debido a la importancia que acarrea este fenómeno, Colombia realiza inventarios de emisiones de GEI; permitiendo conocer cuáles son las principales actividades emisoras y la cantidad asociada a cada una; esta información facilita la toma de decisiones en términos de mitigación, para reducir las emisiones, gestionar y fortalecer los sumideros de carbono (IPCC, 2013; IDEAM, 2016).

Según las directrices de IPCC, las emisiones GEI se dividen en cuatro grupos, explicados en el siguiente párrafo; en cada uno de los grupos se calculan diferentes emisiones y su origen respectivo (IPCC, 2006; González y Carlsson, 2007).

- 1. Energía:** En este grupo se calculan las emisiones de CO_2 , CH_4 y N_2O de varios sectores, actividades relacionadas a la economía, como los procesos de extracción, procesamiento, almacenamiento y distribución de combustibles.
- 2. Procesos industriales y usos de productos:** En este grupo se incluyen las emisiones de CO_2 , CH_4 , N_2O , HFC-32, HFC-134a, HFC-143a, HFC-152 y SF_6 GEI, generadas por la reacción entre materias primas empleadas en diferentes procesos industriales y emisiones generadas.
- 3. Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra:** En este grupo se estiman las emisiones y absorciones antropogénicas de CO_2 , CH_4 y N_2O asociadas con el

uso y cambio en el uso del suelo para desarrollar actividades agropecuarias (Baethgen y Martino, 2000).

- 4. Residuos:** En este grupo se calculan las emisiones de CO_2 , CH_4 y N_2O generadas en la disposición, tratamiento y gestión de residuos sólidos y aguas residuales (Vicari, 2015).

Para profundizar en el sector agropecuario, históricamente los sectores forestal, agropecuario y de transporte son los que presentan un mayor aporte en el total de emisiones en Colombia (Ludeña *et al.*, 2015; Zanetti *et al.*, 2017). Para el departamento del Huila, se estima el mayor porcentaje de emisión en el sector agropecuario (figura 1).

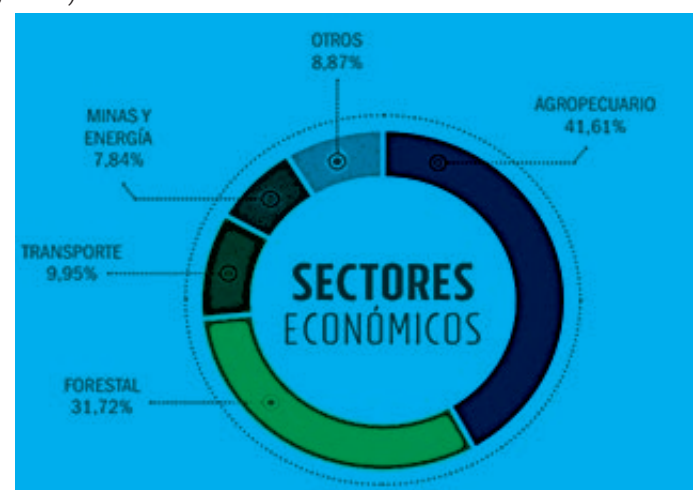


Figura 1. Porcentaje de emisiones de GEI en el departamento del Huila, según el Inventario Nacional y Departamental de Gases de Efecto Invernadero en Colombia.

En todos los sectores se ha dado una tendencia creciente en emisiones, excepto para el sector forestal, en el cual, a partir del 2005, se ha visto una reducción de las emisiones (IDEAM, 2010; IPCC, 2103; Sanhueza *et al.*, 2014; IDEAM, 2015) debido a que en los ecosistemas boscosos no intervenidos, el carbono (C) se intercambia en forma natural mediante los procesos de fotosíntesis, respiración y descomposición (Olarde *et al.*, 2009).

En el ámbito agropecuario, las principales emisiones están dadas por procesos de fermentación entérica

(37%) mediante expulsión de hidrógeno, eliminando metano a través del eructo y la respiración; en cantidades diarias pueden ir de 250 a 500 litros por bovino adulto (Marín, 2013; Bonilla y Lemus, 2012); por ejemplo, la emisión de CH₄ (Mutzka *et al.*, 2011), que tiene un potencial de calentamiento 28 veces mayor en comparación, con el CO₂ (IPCC, 2013), generado por la ganadería (FAOSTAT, 2014), en el mismo sentido, se reporta 34% por quemas y manejo de suelos agropecuarios; considerando a la agricultura como la mayor fuente emisora de N₂O, por medio de procesos en el suelo, relacionados con el uso inadecuado de fertilizantes nitrogenados (Snyder *et al.*, 2009).

Beneficios de los sistemas agroforestales

Los ecosistemas forestales son depósitos de carbono importantes (Ibrahim *et al.*, 2006; Cargua *et al.*, 2014; Rodríguez *et al.*, 2016; Paz *et al.*, 2015; Bolaños *et al.*, 2017) ya que con un manejo apropiado secuestran más carbono que otros ecosistemas terrestres (Lemos, 2017).

Según Pardos (2010) los bosques intercambian el 80% de carbono (suelos y vegetación) con la atmósfera. El carbono se incorpora en el crecimiento de los árboles (Salas *et al.*, 2016; Ruiz *et al.*, 2014; Pérez y Bonilla, 2014; Andrade y Segura, 2016), considerándose importante en el balance de este ciclo.

Por esta razón, los Sistemas Silvopastoriles intensivos (SSPi) con densidad alta de árboles, arbustos y pasturas mejoradas favorecen la adaptación al cambio climático, porque logran mantener la humedad del suelo, así mismo reducen las temperaturas ambientales en los potreros (Villanueva *et al.*, 2009; Restrepo *et al.*, 2014) mejorando así, la productividad y calidad de los forrajes, además de reducir la estacionalidad de la producción de carne y leche (Alonso, 2011; Murgueitio, *et al.*, 2014; Vargas y Díaz, 2016), y lograr mantener el

equilibrio del sistema, ya que cuanto más estable es un sistema productivo, mejor preparado está para enfrentar, por ejemplo, los factores de estrés adicionales inducidos por el cambio climático (Jarvis *et al.*, 2010). Que afectan mayormente a los sistemas convencionales (Mahecha, 2016).

Conclusiones

La presencia de animales en los sistemas silvopastoriles juega un papel importante en el secuestro de carbono, debido a las modificaciones directas o indirectas del pH, la densidad aparente y las proporciones de la fracción del suelo, puesto que las fracciones del suelo influyen en el almacenamiento de carbono; por tanto es importante implementar diseños alternativos que disminuyan el constante pastoreo de los animales, para evitar la compactación del suelo, así mismo es importante incluir especies fijadoras de nitrógeno, para mejorar los procesos de descomposición e incorporación de materia al suelo, mejorando de esta manera el estado del mismo,

Referencias bibliograficas

- Acosta, M. J. C.; Marín, R.; Morales, M. A.; y Fallas, M. F. (2017). "Cuantificación de gases de efecto invernadero en la Sede de Occidente de la Universidad de Costa Rica". *Posgrado y Sociedad. Revista Electrónica del Sistema de Estudios de Posgrado*, 15(1): 69-77.
- Alonso, J. (2011). Los sistemas silvopastoriles y su contribución al medio ambiente. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 45(2): 107-115.
- Andrade, H. J. y Segura, M. A. (2016). "Dynamic of Cordia alliodora's shade in agroforestry systems with coffee in Tolima, Colombia". *Agronomía Costarricense*, 40(2): 77-86.
- Baethgen, W. y Martino, D. (2000). "Cambio climático, gases de efecto invernadero e implicancias en los

sectores agropecuario y forestal del Uruguay". *Resúmenes del Taller sobre el Protocolo de Kioto. Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. Dirección Nacional de Medio Ambiente. Uruguay.*

- Benavides, H., y León, G. (2007). Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. 102p.
- Bristish Standards Institute (BSI). (2008). PAS 2050: Specification for the assessment of the life cycle greenhouse emissions of goods and services. Recuperado de: <http://www.bsigroup.com/-en/Standards-and-Publications-/Industry-Sectors/Energy/PAS-2050>.
- Bolaños, G. Y.; Bolaños, G. M. A.; Paz, P. F.; y Ponce, P. J. I. (2017). "Estimación de carbono almacenado en bosques de oyamel y ciprés en Texcoco, Estado de México". *Terra Latinoamericana*, enero-marzo: 73-86.
- Bonilla Cárdenas, J. A. y Lemus Flores, C. (2012). "Emisión de metano entérico por rumiantes y su contribución al calentamiento global y al cambio climático: Revisión". *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 3(2): 215-246.
- Bretscher, D. (2005). "Agricultura orgánica y gases con efecto invernadero". CEDECO. San José, Costa Rica, 3-27.
- Burney, J. A.; Davis, S. J. y D. B., Lobell (2010). "Greenhouse gas mitigation by agricultural intensification". *Proceedings of the National Academy Sciences*. 107: 12052-12057.
- Cabarcas, G. S.; Romero, J. P.; y Correa, D. M. (2017). "Análisis de oportunidades para la captura de CO² almacenamiento y uso del CO² (CCS o CCUS) para la Central termoeléctrica nacional". *Jóvenes en la ciencia*, 2(1): 1877-1881.
- Cargua, F. E.; Rodríguez, M. V.; Recalde, C. G.; y Vinuesa, L. M. (2014). "Cuantificación del Contenido de Carbono en una Plantación de Pino Insigne (*Pinus radiata*) y en Estrato de Páramo de Ozogoché Bajo, Parque Nacional Sangay, Ecuador". *Información tecnológica*, 25(3): 83-92.
- CEPAL (2016). "Panorama del cambio climático en Colombia". En: *Serie de Medio ambiente y desarrollo*.
- Cruz, Y. Y. P. y Martínez, P. C. C. (2015). "Cambio climático: Bases científicas y escepticismo". *CULCyT*, (46): 5-12.
- Espíndola, C. y Valderrama, J. O. (2012). "Huella del carbono. Parte 1: conceptos, métodos de estimación complejidades metodológicas". *Información tecnológica*, 23(1): 163-176.
- FAOSTAT (2014) (The Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database). Recuperado de: <http://faostat3.fao.org/home/E>. (Consultado el 10 de junio de 2017).
- Ferreiro-Domínguez, N.; Rigueiro-Rodríguez, A.; Rial-Lovera, K. E.; Romero-Franco, R.; y Mosquera-Losada, M. R. (2016). "Effect of grazing on carbon sequestration and tree growth that is developed in a silvo-pastoral system under wild cherry (*Prunus avium* L.)". *Catena*, 142: 11-20.
- González, A.D. y Carlsson, A. K. (2007). "Emisiones de gases de efecto invernadero con alto potencial de calentamiento global: el sector agropecuario". *Avances en energías renovables y medio ambiente*, 11: 7-14.
- González, E. D. S. (2015). "Captura y almacenamiento de carbono para mitigar el cambio climático: Modelo de optimización aplicado a Brasil". *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 30(3): 235-245.

- Ibrahim, M.; Chacón, M.; Cuartas, C.; Naranjo, J.; Ponce, G.; Vega, P.; Rojas, J. (2013). "Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa arbórea en sistemas de usos de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua". *Agroforestería en las Américas* (4): 27-36.
- IDEAM (2010). Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Bogotá, Colombia.
- IDEAM; PNUD; MADS; DNP; Cancillería (2015). Inventario nacional de gases de efecto invernadero (GEI) de Colombia. Tercera comunicación Nacional de Cambio Climático de Colombia. IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, FMAM. Bogotá, Colombia.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2013). *Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Stocker, TF; D. Qin; GK. Plattner; M. Tignor; SK. Allen; J. Boschung; A. Nauels; Y. Xia; V. Bex, y PM. Midgley (eds.). Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Jarvis, A.; Touval, J. L.; Castro, M.; Sotomayor, L.; y Graham, G. (2010). "Assessment of threats to ecosystems in South America". *Journal for Nature Conservation*, 18: 180-188.
- Lemos, E. Y. L. (2017). "Valoración económica del carbono orgánico total almacenado en el bosque simpreverde andino de Huangra, ubicado en la parroquia Achupallas Cantón Alausi, Provincia de Chimborazo". Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo.
- Ludeña, C. E.; Sánchez Aragón, L.; Álvarez, A.; Ordóñez, D. A.; Romero, G.; Calderón, S.; y Duque, A. (2015). "Impactos económicos del cambio climático en Colombia: sector forestal. Monografía del BID (Departamento de Infraestructura y Medio Ambiente. División de Cambio Climático y Sostenibilidad).
- Mahecha, L. (2016). "El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina". *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 15(2): 226-231.
- Marín, G. A. (2013). "Estimación del inventario de emisiones de metano entérico de ganado lechero en el departamento de Antioquia, Colombia". Trabajo de grado para optar al título de Magíster en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia.
- Molina, I. C.; Donneys, G.; Montoya, S.; Rivera, J. E.; Villegas, G.; Chará, J.; y Barahona, R. (2015). La inclusión de *Leucaena leucocephala* reduce la producción de metano de terneras Lucerna alimentadas con *Cynodon plectostachyus* y *Megathyrus maximus*. *Livestock Research for Rural Development*, 27(5): 96.
- Montzka, S. A.; Dlugokencky, E. J. y Butler, J. H. (2011). "Non CO2 greenhouse gases and climate change". *Nature*, 476: 43-50.
- Muñoz, M. G. y Vázquez, G. L. B. (2013). "Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero del sector agropecuario en Baja California, Colegio de la Frontera del Sur, México". *Sociedad y Ambiente*, (2): 98-116.
- Murgueitio, E. R.; Chará, J. O.; Barahona, R.; Cuartas, C.; y Naranjo, J. R. (2014). "Los sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi), herramientas de mitigación y adaptación al cambio climático". *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17 (2014): 501-507.
- Naranjo, J. F.; Cuartas, C. A.; Murgueitio, E. R.; Chará, J. D.; y Barahona, R. (2012). "Balance de gases de efecto invernadero en sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena leucocephala* en Colombia". *Livest*

- Res Rural Dev*, 24 (8): 150. Recuperado de: <http://www.lrrd.-org/lrrd24/8/nara24150.htm>
- Nieto, M. I.; Guzmán, M. L.; y Steinaker, D. (2014). "Emisiones de gases de efecto invernadero: simulación de un sistema ganadero de carne típico de la región central Argentina". *Revista de investigaciones agropecuarias*, 40(1): 92-101.
- Oelbermann, M.; Voroney, R. P.; y Gordon, A.M. (2004). "Carbon sequestration in tropical and temperate agroforestry systems: a review with examples from Costa Rica and Southern Canada". *Agriculture Ecosystems and Environment*, 104, 359-377.
- Olarte, C. P. V.; Cardona, M. C. R.; Rodríguez, J. E.; y Padilla, L. G. T. (2009). "Módulo de uso de la tierra, cambio en el uso de la tierra y silvicultura". En: *Inventario nacional de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero*. 227-290.
- Paz, F.; Wong, J. y Torres, R. (eds.). (2015). *Estado Actual del Conocimiento del Ciclo del Carbono y sus Interacciones en México: Síntesis a 2015*. Serie Síntesis Nacionales. Programa Mexicano del Carbono en colaboración con el Centro del Cambio Global y la Sustentabilidad en el Sureste, A.C y el Centro Internacional de Vinculación y Enseñanza de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Texcoco, Estado de México, México.
- Peñaloza, M. (2006). "Ilustrando el recalentamiento global terrestre: introducción básica al "efecto invernadero por contaminación antropogénica del aire". Caracas, *Revista Geoenseñanza, ProQuest ebrary*. Web. 12 Julio de 2017.
- Pérez M. y Bonilla, V. M. (2014). "La retención de carbono en plantaciones forestales. Estudio de caso: Empresa Forestal Integral 'Cienfuegos'". *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 2(2): 203-213.
- PICC (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Intergovernmental Panel on Climate Change. Recuperado de <http://www.ipcc-nggip-iges.or.jp/public/2006-gl/index.htm>
- Restrepo, E. M.; Chará, J. D.; Rosales, R. B.; Cardona, C. A. C.; y Ramírez, J. F. N. (2014). "Intensive silvopastoral systems (ISPS), mitigation and adaptation tool to climate change". *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17(3): 501-507.
- Rodríguez G. L.; Curetti, G.; Garegnani, G.; Grilli, G.; Pastorella, F.; y Paletto, A. (2016). "La valoración de los servicios ecosistémicos en los ecosistemas forestales: un caso de estudio en Los Alpes Italianos". *Bosque (Valdivia)*, 37(1): 41-52.
- Salas, C.; Gregoire, T. G.; Craven, D. J.; y Gilabert, H. (2016). "Modelación del crecimiento de bosques: estado del arte". *Bosque (Valdivia)*, 37(1): 03-12.
- Sanhueza, J. E. y Antonissen, M. (2014). *REDD+ en América Latina. Estado actual de las estrategias de reducción de emisiones por deforestación y degradación forestal*. CEPAL.
- Snyder, C. S.; Bruulsema, T. W.; Jensen, T. L.; y Fixen, P. E. (2009). "Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects". *Agriculture, Ecosystems and Environmental*, 133: 247-266.
- Soto-Pinto, L.; Anzueto, M.; Mendoza, J.; Jiménez Ferrer, G.; y Jong, B (2010). "Carbon sequestration through agroforestry in indigenous communities of Chiapas, Mexico". *Agroforestry Systems*, 78: 39-5.
- Vargas, B. A. L. y Díaz, J. D. (2016). "Comparación de las respuestas productivas y fisiológicas de vacas lactantes Jersey a las condiciones ambientales de un sistema silvopastoril con un sistema de pastoreo rotacional intensivo". Tesis de grado, Escuela Agrícola Panamericana, Zamora, Honduras.
- Vicari, R. (2015). "Emisiones de gases de efecto invernadero y mitigación en el sector residuos: la eco-

nomía del cambio climático en la Argentina". *Serie medio ambiente y desarrollo*, 162: 69 p.

Vilches, A. y Gil-Pérez, D. (2016). La Ciencia de la Sostenibilidad: una necesaria revolución científica. *Ciência & Educação (Bauru)*, 22(1): 1-6.

Villanueva, C.; Ibrahim, M.; Casasola, F.; Ríos, N.; y Sepúlveda, C. (2009). Sistemas silvopastoriles: una herramienta para la adaptación al cambio climático de las fincas ganaderas en América Central.

Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas.

Yin, K.; Zhao, Q.; Li, X.; Cui, S.; Hua, L. y Lin, T. (2010). "A new carbon and oxygen balance model based on ecological service of urban vegetation". *Chinese Geographical Science*, 20(2): 144-151.

Zanetti, E. A.; Gómez García, J. J.; Mostacedo, J.; y Reyes, O. (2017). *Cambio climático y políticas públicas forestales en América Latina: una visión preliminar.*