

2.1. La clasificación de sistemas agroforestales: las contribuciones del café bajo sombra a la sustentabilidad

Libert-Amico Antoine¹

¹Programa Mexicano del Carbono, Chiconautla 8A. Lomas de Cristo, C.P. 56225. Texcoco, Estado de México, México.
Autor para la correspondencia: antoinelibert@hotmail.com

Resumen

Los sistemas agroforestales tienen un importante potencial para mitigar el cambio climático y fortalecer la adaptación local. Sin embargo, sus aportes potenciales son pocos reconocidos, y aún existen pocos incentivos para respaldar quienes practican agroforestería y escalar los beneficios ambientales y sociales de los sistemas agroforestales. Siendo una combinación de actividades que conjuntan agricultura, ganadería y silvicultura, la agroforestería tiende a caer entre las grietas de las políticas sectoriales. Al mismo tiempo, es una forma de manejo del territorio que es altamente diversa: las aportaciones de los diferentes sistemas agroforestales en la provisión de servicios ecosistémicos y de co-beneficios sociales aun requiere más investigación. En este escrito se presenta una clasificación de sistemas agroforestales con base en el ejemplo de la cafecultura. Tras presentar una caracterización del gradiente de intensificación de la producción cafetalera, el escrito aborda uno de los desafíos principales para escalar las buenas prácticas de la agroforestería, que es la falta de cadenas de valor para los productos agroforestales. Con base en el ejemplo de los sistemas agroforestales de café bajo sombra, se plantean pautas para una investigación colaborativa que permita la valoración de cadenas de valor para la sustentabilidad y la equidad.

Palabras clave: *sistemas agroforestales; café; servicios ecosistémicos; cadenas de valor.*

Abstract

Agroforestry systems have an important potential to mitigate climate change and strengthen local adaptation. However, their potential contributions are poorly recognized, and there still are limited incentives to support those who practice agroforestry and upscale the environmental and social benefits of agroforestry systems. A form of ecosystem management that combines agriculture, livestock and forestry, agroforestry tends to fall through the cracks of sectoral policies. At the same time, this form of ecosystem management is highly diverse: more research is required to characterize the contributions of different agroforestry systems in providing ecosystem services and social co-benefits. In this paper, a classification of agroforestry systems is presented based on the example of coffee production. After discussing the coffee intensification gradient, this article addresses one of the main challenges to upscale good practices in agroforestry, which is the lack of value chains for agroforestry products. The example of shade-grown coffee agroforestry systems sets the basis for future collaborative research based on valuing agroforestry value chains for sustainability and equity.

Key words: agroforestry systems, coffee, ecosystem services, value chains.

Introducción

Para “reconstruir mejor” tras la crisis COVID-19 es crucial restaurar los ecosistemas degradados y transformar los sistemas alimenticios por medio del apoyo a prácticas sustentables (Pearson *et al.*, 2020). La pandemia SARS-CoV-2 añade presión a la crisis pre-existente del cambio climático y a los desafíos

de alimentar una población creciente y a la vez disminuir las emisiones. Sus impactos en el medio plazo enfatizan la necesidad de reconocer que equidad y sustentabilidad deben ir de la mano (Leach *et al.*, 2018).

La gobernanza de los sistemas agroforestales

Las tierras agrícolas cubren 37% de la superficie terrestre (FAOSTAT, 2017) y el sector agrícola es globalmente el principal emisor de gases a efecto invernadero (GEI) distintos al CO₂. A nivel global, 1.8 mil millones de personas viven en tierras agrícolas (Zomer *et al.*, 2014). Casi la mitad de esta población habita en tierras en las cuales la cobertura forestal es mayor al 10% (Zomer *et al.*, 2014) – lo que constituye oficialmente un “bosque” según la definición de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Pequeños productores agrícolas con menos de 2 ha producen entre 30 y 34% de los alimentos del mundo, y las unidades de producción con menos de 5 ha representan entre 44 y 48% de la producción alimentaria global (Ricciardi *et al.*, 2018).

La agroforestería, entendida como una forma de manejo de ecosistemas terrestres que combina agricultura, ganadería y silvicultura, se practica en más de la mitad de las tierras agrícolas de regiones como el sureste asiático y América Latina (Zomer *et al.*, 2014). Con el manejo correcto, los sistemas agroforestales proveen servicios ecosistémicos y co-beneficios sociales cruciales para sustentar la sociedad actual.

Los sistemas agroforestales pueden aumentar los almacenes de carbono en la biomasa (Chapman *et al.*, 2020) e incorporar material orgánico a los suelos (Abbas *et al.*, 2020; Muchane *et al.*, 2020). Con el uso de especies endémicas, los sistemas agroforestales pueden ser claves para la biodiversidad, aumentando la diversidad de predadores naturales que controlan plagas y enfermedades (Lamichhane, 2020). La agroforestería provee sombra y aumenta la humedad, controlando extremos micro-climáticos (Karvatté *et al.*, 2020). Los ingresos adicionales y alimentos generados por productos forestales (*e.g.* leña, frutas, nueces) fungen como mecanismos de adaptación en momentos de necesidad (Gergel *et al.*, 2020; Ong *et al.*, 2015). La agroforestería puede asistir familias agrícolas con limitados recursos para adaptarse a las variaciones del clima, a la vez que aumentan la productividad agrícola sin depender de insumos externos como fertilizantes inorgánicos y químicos para el manejo de plagas y enfermedades (van Noordwijk, 2019).

A pesar de estos beneficios, la agroforestería no es comúnmente promovida como sistema de manejo sustentable del paisaje (Therville *et al.*, 2020). Siendo una combinación de actividades que conjuntan agricultura, ganadería y silvicultura, la agroforestería tiende a caer entre las grietas de las políticas sectoriales. La mayoría de los países no incluyen la agroforestería en sus políticas públicas, estrategias de manejo territorial, planes de desarrollo o servicios de extensión (Agroforestry Network y Vi-Skogen, 2018). Al contrario, el paradigma dominante tiende a separar agricultura para la producción de alimentos de la silvicultura, enfocada en la producción de madera y la provisión de servicios ambientales (Zinngrebe *et al.*, 2020). Este paradigma forma barreras al fomento de la siembra de árboles en unidades agrícolas, previniendo así el escalamiento de las actividades de agroforestería (Coe *et al.*, 2014).

La categorización de sistemas agroforestales de café

Los productos agroforestales pueden conectar sistemas agroforestales con consumidores y mercados, pero son pocas cadenas de valor desarrolladas para productos agroforestales, aparte del café y el cacao (Middendorp *et al.*, 2020). Los países consumidores de café, por ejemplo, están preocupados por las amenazas a la disponibilidad futura debido al cambio climático. Los escenarios futuros de cambio climático prevén una pérdida de 50% en las áreas aptas para la producción de *Coffea arabica* a nivel

global para el año 2050 (Bunn *et al.*, 2015). Esto implica no solo menos café, pero también menos sabor, menos aroma, y precios más altos (The Climate Institute, 2016).

Los sistemas agroforestales de café bajo sombra pueden servir para adaptar la producción cafetalera al cambio climático (Libert-Amico y Paz, 2018). Los beneficios climáticos de la producción de café arábica (*C. arabica*) en sistemas agroforestales bajo sombra van más allá de la adaptación al cambio climático; también deriva en una alta calidad en taza, la conservación de la biodiversidad, y el aumento a la captura de carbono (Libert-Amico 2017). Sin embargo, las contribuciones específicas del café bajo sombra a la sustentabilidad requieren de más estudios y precisiones. La producción de café se desarrolla en un amplio rango de sistemas de producción, en el cual los monocultivos de arbustos de café sin sombra se encuentran en un extremo, y los cafetales multifuncionales bajo sombra diversificada en el otro (Vandermeer y Perfecto, 2012). Hace dos décadas, Moguel y Toledo (1999) fueron pioneros en clasificar los sistemas agroforestales de café con base en la altura de la sombra, el número de estratos de sombra, y la diversidad de especies empleadas como sombra en cafetales (ver Figura 1).

La cafeticultura en México se presenta bajo diversos sistemas de cultivo de café, con una gran diversidad entre pequeños y grandes productores, café bajo sombra y café bajo sol, orgánico o convencional, etc. Cada uno de los sistemas de producción de café no sólo difiere en las características del productor, sino también en los impactos ambientales de ese sistema de producción. Mientras que los monocultivos de café sin sombra pueden tener un impacto ambiental negativo, los policultivos de café bajo sombra pueden crear verdaderos bosques productivos que contribuyen a conservar suelos, crear hábitat para flora y fauna y, capturar carbono, entre otros.

La estructura del cafetal está formada por las plantas que lo conforman. En un cafetal se pueden distinguir dos elementos principales: a) la “sombra” del cafetal provista por las copas de los árboles y b) la plantación de cafetos. Para clasificar un cafetal se analiza si hay varios individuos de diferentes especies de árbol y se mide cuántos niveles o estratos se distinguen en las copas de los árboles o dosel.

Las categorías o diferentes estructuras de cafetales se describen a continuación. Los cafetales rústicos son cafetales sembrados en el sotobosque de un bosque, empleando la sombra originaria. Cuenta con una baja densidad de cafetos, sombra alta y diversa, con especies endémicas y varios estratos o niveles de sombra. Un policultivo tradicional emplea una mezcla de cafetos y especies útiles, como árboles frutales o maderables, manteniendo especies endémicas y diversos estratos de sombra que llegan a rebasar los 15 m de alto (dependiendo del tipo de vegetación). En un policultivo comercial bajo sombra, la cobertura forestal inicial es remplazada por especies introducidas útiles para la cafeticultura (árboles leguminosos del género *Inga*, por ejemplo) y con otros usos comerciales (aprovechamiento maderable, frutales, etc.). La densidad de cafetos aumenta mientras que disminuyen los estratos de sombra; la altura de la sombra tiende a ser inferior a 15 m (dependiendo del tipo de vegetación). En el monocultivo bajo sombra, se siembran árboles de sombra (seguido de una sola especie) que tienden a no rebasar los 10 m de altura (dependiente del tipo de vegetación), mientras aumenta la densidad de cafetos. El monocultivo a pleno sol no emplea árboles de sombra. Esta plantación de café requiere insumos externos y es compatible con el manejo con maquinaria y procesos de automatización.

Iniciativas inspiradas en la Revolución Verde para aumentar la productividad y responder a plagas y enfermedades han provocado la intensificación de la producción cafetalera (Vandermeer y Rohani, 2014) y la reducción en la superficie global del café bajo sombra en un 20% desde 1996 (Jha *et al.*, 2014). En lo que Perfecto *et al.* (2019) denominan un gradiente de intensificación de la producción cafetalera, las diversas estructuras de cafetal son correlacionados con servicios ecosistémicos (Cerda *et al.*, 2020), el manejo de plagas y enfermedades (Merle *et al.*, 2019), la complejidad ecológica y el uso de insumos agrícolas (Perfecto *et al.*, 2019). Las formas de manejo de estos sistemas agroforestales diversos permiten identificar tendencias y características de cada sistema de producción, no solo la diversidad de árboles de sombra o densidad de cafetos, pero también la probable dimensión de la propiedad y el potencial uso de insumos agrícolas (Figura 1).

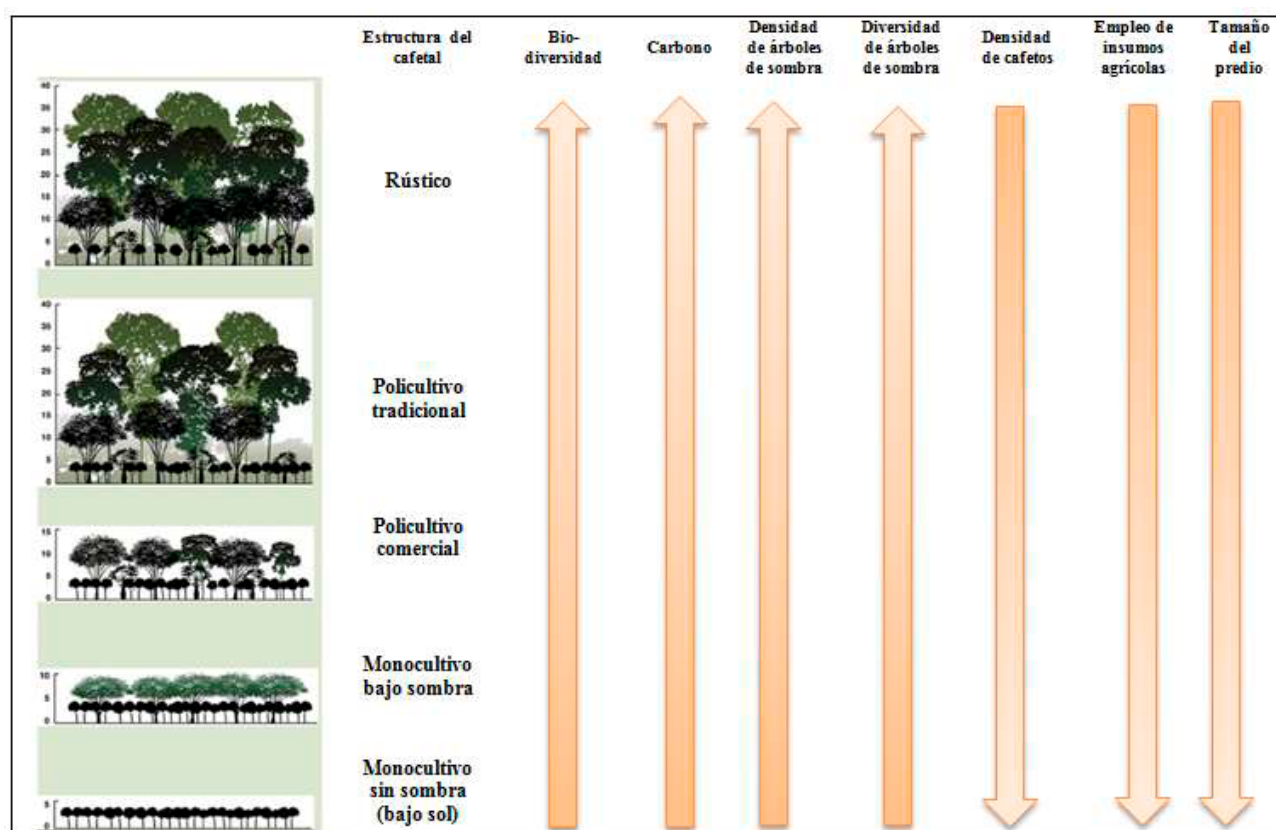


Figura 1. Gradiente de intensificación de la producción cafetalera (basado en Perfecto *et al.*, 2019).

Considerando que los servicios ecosistémicos en sistemas cafetaleros son altamente dependientes en factores de paisaje e historias locales específicas (Vandermeer *et al.*, 2015), clasificaciones locales basadas en datos actualizados pueden proveer insumos claves para las discusiones sobre la complejidad ecológica de los sistemas agroforestales y las contribuciones específicas del café bajo sombra a la construcción de la sustentabilidad (Libert-Amico *et al.*, 2020).

Cadenas de valor para productos agroforestales

La agroforestería tiene un fuerte potencial para mitigar el cambio climático, fortalecer la adaptación local, integrar la conservación de la biodiversidad en la agricultura, y cumplir los Objetivos de Desarrollo del Milenio (Plieninger *et al.*, 2020; Tschora y Cherubini, 2020). Aun si los árboles en terrenos agrícolas no son contabilizados cuando se calculan los almacenes de carbono a nivel nacional e internacional (Zomer *et al.*, 2016), sí son aceptados como Mecanismos de Desarrollo Limpio (proyectos de reducción de emisiones aprobados por el Protocolo de Kioto) para compensar emisiones (Agroforestry Network y Vi-Skogen, 2018). Los árboles en zonas agrícolas también pueden demostrar ser cruciales para el cumplimiento de los objetivos de la Década para la Restauración de Ecosistemas de la ONU 2021-2030 (De Pinto *et al.*, 2020).

La falta de cadenas de valor para los productos agroforestales es reconocida como una barrera para la difusión de estas soluciones basadas en la naturaleza y para la adopción de innovaciones técnicas en la parcela (Coe *et al.*, 2014; Bartlett, 2020). La valoración económica de los servicios ecosistémicos ha sido promovida para responder a los limitados incentivos para la inversión en servicios ambientales (Namirembe *et al.*, 2017). Las herramientas de valoración han proliferado en años recientes, incluyendo herramientas para estimar carbono (Milne *et al.*, 2013), índices de agrobiodiversidad (FAO, 2020), y la cuantificación del nexo agua-alimentos-energía (Sušnik *et al.*, 2018). Sin embargo, estas herramientas

requieren ser validados y actualizados con base en información de campo y para diferentes agroecosistemas.

Los escenarios de cambio climático enfatizan el imperativo de incrementar la productividad para alimentar una población creciente sin aumentar las emisiones. Por su parte, las cadenas de valor del café demuestran la necesidad de enfocarse no sólo en la productividad (es decir, cantidad), pero también en la calidad del producto final. El café está lentamente siguiendo el camino de algunos otros productos agrícolas (como el vino) que exploran diversificar sus mercados y alcanzar otros segmentos de consumo al educar sobre los valores de cada variedad de café (*e.g.* microlotes y cafés de especialidad), los efectos de los microclimas sobre el producto final (*e.g.* denominación de origen y reconocimiento de ciertos territorios como “café de altura”), y los procesos de organización de los productores (*e.g.* comercio justo, símbolo pequeños productores).

De hecho, el análisis de cadenas de valor permite añadir a la clasificación de sistemas agroforestales de café cuestiones potenciales del mercado, incluyendo los canales posibles de venta, variedades idóneas de café, productividad y precio pagado al productor (Figura 2). Aunque estos sean características potenciales e hipotéticas, consolidar datos científicos actualizados sobre cada categoría de cafetal y los productores detrás del producto final presenta un espacio de oportunidad para la investigación comprometida con contribuir a la construcción de la sustentabilidad.



| Estructura del cafetal | Mercados potenciales | Variedades idóneas (lista indicativa y no exhaustiva) (CONANP, 2018) | Productividad | Precio pagado al productor (en teoría) |
|--|---|---|---|---|
| Rústico | Orgánico Comercio Justo Specialty Coffee | <i>C. arabica</i> Java, Mundo Maya, Pache colis, y Geisha, junto con las variedades “acriolladas” y otras variedades de porte alto como Bourbon, Typica, Marago, Mondonovo. |  |  |
| Policultivo tradicional | Orgánico Comercio Justo Specialty Coffee Certificaciones empresariales (4C, Rainforest Alliance, etc.) | <i>C. arabica</i> Java, Mundo Maya, Pache colis, y Geisha, junto con las variedades “acriolladas” y otras variedades de porte alto como Bourbon, Typica, Marago, Mondonovo. | | |
| Policultivo comercial | Orgánico Comercio Justo Specialty Coffee Certificaciones empresariales Mercados convencionales | Variedades de porte alto de <i>C. arabica</i> y variedades de porte bajo de las familias Catimor y Sarchimor (<i>e.g.</i> Oro Azteca, Marsellesa, y Cuscatleco) | | |
| Monocultivo bajo sombra | Orgánico Comercio Justo Specialty Coffee Certificaciones empresariales Mercados convencionales | Variedades de porte bajo de <i>C. arabica</i> de las familias Catimor y Sarchimor <i>Coffea canephora</i> variedad Robusta | | |
| Monocultivo sin sombra (bajo sol) | Certificaciones empresariales Mercados convencionales | Variedades de porte bajo de las familias Catimor y Sarchimor <i>Coffea canephora</i> variedad Robusta | | |

Figura 2. Gradiente de intensificación cafetalera y cuestiones potenciales de mercado.

Conclusiones

Estos esbozos de una clasificación de sistemas agroforestales, con base en el ejemplo de los sistemas de producción cafetalera, son pautas para un proceso de investigación continuo en el cual investigadores

del Programa Mexicano del Carbono colaboran con cooperativas de café y comunidades cafetaleras del sureste mexicano. Esta investigación colaborativa no se limita a las condiciones biofísicas de los sistemas agroforestales, pero contempla cuestiones sociales, analiza las cadenas de valor y los mercados, y participa en la interfaz entre ciencia y políticas públicas con base en datos de campo actualizados.

Para que los sistemas agroforestales puedan cumplir su potencial de contribuir a la provisión de servicios ecosistémicos y co-beneficios sociales, existen varios vacíos en los cuales una investigación que vincula la mejor ciencia disponible con actores sociales puede aportar, incluyendo: 1) contribuir a fomentar un marco de gobernanza para el respaldo y la difusión a los sistemas agroforestales, difundiendo buenas prácticas y realizando recomendaciones para la inclusión de los sistemas agroforestales en la planeación inter-sectorial; 2) aportar conocimientos científicos para reconocer la diversidad de sistemas agroforestales y sus servicios ecosistémicos correspondientes; y 3) aportar información científica para la consolidación de cadenas de valor para productos agroforestales por medio del análisis de los factores socio-económicos que acompañan la producción agroforestal.

Literatura citada

- Abbas, F., H.M. Hammad, W. Ishaq and A.A. Farooque. 2020. A review of soil carbon dynamics resulting from agricultural practices. *Journal of Environmental Management* 268: 110319. doi: 10.1016/j.jenvman.2020.10319.
- Agroforestry Network and Vi-Skogen, 2018. Scaling up agroforestry: potential, challenges and barriers. A review of environmental, social and economic aspects on the farmer, community and landscape level, Agroforestry Network, Stockholm.
- Bartlett, A.G. 2020. Exploring transformational outcomes from donor investments in agroforestry research for development. *Agroforestry Systems*. doi: 10.1007/s10457-020-00516-3
- Bunn, C., P. Läderach, O. Ovalle Rivera, *et al.* 2015. A bitter cup: climate change profile of global production of Arabica and Robusta coffee. *Climatic Change* 129: 89–101. doi: 10.1007/s10584-014-1306-x
- Cerda, R., J. Avelino, C.A. Harvey, C. Gary, P. Tixier and C. Allinne. 2020. Coffee agroforestry systems capable of reducing disease-induced yield and economic losses while providing multiple ecosystem services. *Crop Protection*. doi: 10.1016/j.cropro.2020.105149.
- Chapman, M., W.S. Walker, S.C. Cook-Patton, P.W. Ellis, M. Farina, B.W. Griscom and A. Baccini. 2020. Large climate mitigation potential from adding trees to agricultural lands. *Global Change Biology*. doi: 10.1111/gcb.15121.
- Coe, R., F. Sinclair and E. Barrios. 2014. Scaling up agroforestry requires research 'in' rather than 'for' development. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 6: 73–77.
- CONANP. 2018. Dictamen técnico relativo al fomento de la cafeticultura en las Áreas Naturales Protegidas de competencia federal ubicadas en la Sierra Madre de Chiapas, México. Dirección Regional Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur, Tuxtla.
- De Pinto A., N. Cenacchi, R. Robertson, H.Y. Kwon, T., Thomas, J. Koo, S. Begeladze and C. Kumar. 2020. The role of crop production in the forest landscape restoration approach: assessing the potential benefits of meeting the Bonn Challenge. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. doi: 10.3389/fsufs.2020.00061.
- FAO. 2020. Biodiversity Integrated Assessment and Computation Tool - B-INTACT. FAO, Rome.
- FAOSTAT. 2017. Land Use. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/EL> Accessed 12 July 2020.
- Gergel, S.E., B. Powell, F. Baudron, S.L.R. Wood, J.M., G. Kennedy, L.V. Rasmussen, A. Ickowitz, M.E. Fagan, E.A.H. Smithwick, J. Ranieri, S.A. Wood, J.C.J. Groot and T.C.H. Sunderland. 2020. Conceptual Links between Landscape Diversity and Diet Diversity: A Roadmap for Transdisciplinary Research, *BioScience* biao048. doi: 10.1093/biosci/biao048
- Jha, S., C. Bacon, S. Philpott, E. Méndez, P. Läderach, and R. Rice. 2014. Shade coffee: update on a disappearing refuge for biodiversity. *Bioscience*. doi: 10.1093/biosci/biu038
- Karvatte, N., E.S. Miyagi, C.C. de Oliveira, C. Diniz Barreto, A. Pegoraro Mastelaro, D.J. Bungenstab and F. Villa Alves. 2020. Infrared thermography for microclimate assessment in agroforestry systems, *Science of The Total Environment* 731: 139252. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.139252.
- Lamichhane, J.R. 2020. Crop health in agroforestry systems: an introduction to the special issue. *Crop Protection* 134: 105187.
- Leach M., B. Reyers, X. Bai, E.S. Brondizio, C. Cook, S. Díaz, G. Espindola, M. Scobie, M. Stafford-Smith and S.M. Subramanian 2018. Equity and sustainability in the Anthropocene: a social–ecological systems perspective on their intertwined futures. *Global Sustainability* 1(e13): 1–13. doi: 10.1017/sus.2018.12
- Libert-Amico, A. and F. Paz-Pellat. 2018. Del papel a la acción en la mitigación y adaptación al cambio climático: la roya del cafeto en Chiapas. *Madera y Bosques* 24. doi: 10.21829/myb.2018.2401914
- Merle, I., J. Pico, E. Granados, A. Boudrot, P. Tixier, E.D.M. Virginio Filho, C. Cilas and J. Avelino. 2019. Unraveling the complexity of coffee leaf rust behavior and development in different *Coffea arabica* agro-ecosystems. *Phytopathology* 10(2). doi: 10.1094/PHYTO-03-19-0094-R.
- Middendorp, R.S., O. Boever and X. Rueda. 2020. Improving smallholders livelihoods and ecosystems through direct trade relations: high-quality cocoa producers in Ecuador. *Business Strategy and Development* 3(2): 165–184.
- Milne E., H. Neufeldt, T. Rosenstock, M. Smalligan, C.E. Cerri *et al.* 2013. Methods for the quantification of GHG emissions at the landscape level for developing countries in smallholder contexts. *Environ. Res. Lett.* 8: 015019. doi: 10.1088/1748-9326/8/1/015019

- Moguel P. and V. Toledo. 1999. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. *Conservation Biology* 13(1):11-21. doi: 10.1046/j.1523-1739.1999.97153.x
- Muchane, M.N., G.W. Sileshi, S. Gripenberg, M. Jonsson, L. Pumarino and E. Barrios E. 2020. Agroforestry boosts soil health in the humid and sub-humid tropics: a meta-analysis. *Agriculture Ecosystems and Environment* 29. doi: 10.1016/j.agee.2020.106899.
- Namirembe, S., B. Leimona, M. van Noordwijk and P. Minang (eds.). 2017. *Co-Investment in Ecosystem Services: Global Lessons from Payment and Incentive Schemes*. World Agroforestry Centre, Nairobi. <http://www.worldagroforestry.org/sd/environmental-services/PES>
- Ong, C.K., C.R. Black and J. Wilson (eds). 2015. *Tree-Crop Interaction. Agroforestry in a Changing Climate*. CPI Group Ltd, Croydon.
- Pearson, R.M., M. Sievers, E.C. McClure, M.P. Turschwell, and R.M. Connolly. 2020. COVID-19 recovery can benefit biodiversity. *Science* 368(6493): 838-839. doi: 10.1126/science.abc1430
- Perfecto, I., Jiménez-Soto M.E., Vandermeer J. 2019. Coffee landscapes shaping the Anthropocene. Forced simplification on a complex agroecological landscape. *Current Anthropology* 60(20): 236-250.
- Plieninger, T., J. Muñoz-Rojas, L.E. Buck and S.J. Scherr. 2020. Agroforestry for sustainable landscape management. *Sustainability Science* 15: 1255-1266. doi: 10.1007/s11625-020-00836-4
- Sušnik, J., C. Chew, X. Domingo, S. Mereu, A. Trabucco, B. Evans, L. Vamvakeridou Lyroudia, D.A. Savić, C. Laspidou and F. Brouwer. 2018. Multi-stakeholder development of a serious game to explore the water-energy-food-land-climate nexus: the SIM4NEXUS approach. *Water* 10(2): 139
- The Climate Institute. 2016. *A brewing storm: the climate change risks to coffee*, Fairtrade Australia and New Zealand, Sydney.
- Therville, C., M. Antona and H. de Foresta. 2020. The policyscape of agroforestry within Mediterranean protected landscapes in France. *Sustainability Science* doi: 10.1007/s11625-020-00821-x
- Tschora H. and F. Cherubini. 2020. Co-benefits and trade-offs of agroforestry for climate change mitigation and other sustainability goals in West Africa. *Global Ecology and Conservation* 22: e00919.
- van Noordwijk, M. (ed.). 2019. *Sustainable Development Through Trees on Farms: Agroforestry in its Fifth Decade*. World Agroforestry (ICRAF), Bogor.
- Vandermeer, J. H. and I. Perfecto. 2012. Syndromes of production in agriculture: prospects for social-ecological regime change. *Ecology and Society* 17(4): 39. doi: 10.5751/ES-04813-170439.
- Vandermeer, J. and P. Rohani. 2014. The interaction of regional and local in the dynamics of the coffee rust disease. arXiv:1407.8247 [q-Bio]. Disponible en: <http://arxiv.org/abs/1407.8247>
- Vandermeer, J., P. Rohani and I. Perfecto. 2015. Local dynamics of the coffee rust disease and the potential effect of shade. arXiv:1510.05849.
- Zinngrebe Y., Borasino, E., Chiputwa, B. *et al.* 2020. Agroforestry governance for operationalising the landscape approach: connecting conservation and farming actors. *Sustainability Science*. doi: 10.1007/s11625-020-00840-8
- Zomer, R.J., H. Neufeldt, J. Xu, A. Ahrends, D. Bossio, A. Trabucco, M. van Noordwijk and M. Wang. 2016. Global tree cover and biomass carbon on agricultural land: The contribution of agroforestry to global and national carbon budgets. *Nature Scientific Reports*. 6: 29987. doi: 10.1038/srep29987.
- Zomer, R.J., A. Trabucco, R. Coe, F. Place, M. van Noordwijk and J.C. Xu. 2014. *Trees on Farms: An Update and Reanalysis of Agroforestry's Global Extent and Socio-ecological Characteristics*. Working Paper 179. Bogor, Indonesia: World Agroforestry Centre (ICRAF). Southeast Asia Regional Program.