

Este artículo se puede encontrar en:
Torquebiau E (ed.). 2024. Agroforestería
en acción. *Tropical Forest Issues* 62.
Tropenbos International, Ede, Países
Bajos (pp. 3–11).

1.1

Restauración de bosques con modelos agroforestales en el distrito
Krong Bong, Vietnam. Foto: Phan Thi Thuy Nhi, Tropenbos Viet Nam

Diseñando sistemas agroforestales para mayor viabilidad económica y resiliencia

Bas Louman, Juan Manuel Moya, Jinke van Dam, Gabija Pamerneckyte, Tommaso Comuzzi, Tran Huu Nghi, Tran Nam Thang, Rosalien Jezeer y Maartje de Graaf

“En la práctica, las decisiones de los productores se basan en sus percepciones de los costos, beneficios y riesgos, y éstas pueden diferir sustancialmente de las percepciones de otras personas o de los costos y beneficios incorporados en los modelos”.

Introducción

La base de evidencia de los beneficios ecológicos de la agroforestería, en general, es sólida (José 2009), particularmente en relación con el potencial para contribuir a la mitigación del cambio climático (Köthke et al. 2022) y la adaptación (Verschot et al. 2007). Por lo tanto, se reconoce cada vez más el potencial de la agroforestería para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Varios gobiernos, organizaciones multilaterales, organizaciones de la sociedad civil y empresas de productos agrícolas promueven ahora las prácticas agroforestales, después de décadas de fomentar variedades de cultivos de alto rendimiento y que requieren exposición plena al sol. Los gobiernos, por ejemplo, pueden atender la necesidad de las inversiones iniciales para convertir un sistema de uso de la tierra no agroforestal en uno agroforestal a través de desgravaciones fiscales o pagos por esquemas de servicios ambientales (Kay et al. 2019). A pesar de estos esfuerzos y

de los beneficios potenciales de la agroforestería, la adopción es menor de lo esperado (Glover et al. 2013; Mukhlis et al. 2022), posiblemente debido al desconocimiento de los costos y beneficios socioeconómicos de estos sistemas (Gosling et al. 2021).

La decisión de adoptar o no la agroforestería está influenciada por una compleja combinación de factores (Kusters 2023). Para los finqueros individuales, las razones para llevar a cabo prácticas agroforestales son diversas, incluido el consumo interno de productos arbóreos, la disminución de las necesidades de insumos y los beneficios monetarios de la venta de productos. Entre los obstáculos que se han reportado para la adopción de la agroforestería se encuentran la falta de claridad sobre la tenencia de la tierra, el tamaño de las fincas y las necesidades de mano de obra (Glover et al. 2013). Además, la aversión al riesgo de los finqueros en condiciones de incertidumbre puede afectar a la adopción de la agroforestería (Jahan et al. 2022).

Los conocimientos, las habilidades y la experiencia parecen ser factores particularmente relevantes para la adopción de la agroforestería (Pathania et al. 2021; Jahan et al. 2022). Debido a las diferencias locales y a las complejas interacciones entre las plantas dentro de la mezcla agroforestal, se requieren capacidades de gestión del conocimiento local más sólidas que las prácticas de manejo convencionales (Mercer 2004). Si bien los finqueros individuales toman su decisión sobre la adopción de la agroforestería en función de una variedad de factores, varios estudios encontraron que aunque el desempeño económico percibido de las prácticas no fue el factor más importante, fue el único factor recurrente entre la mayoría de los finqueros (Louman et al. 2016).

Este artículo aborda la cuestión de cómo un mejor conocimiento del desempeño económico (costos y beneficios) puede contribuir a que los finqueros tomen decisiones más informadas sobre la adopción de la agroforestería. En primer lugar, el artículo describe las principales variables que influyen directamente en la viabilidad económica de la agroforestería, como los beneficios, los costos, la disponibilidad y necesidad de mano de obra y tierra, la productividad, el tiempo de producción y el perfil de riesgo de los finqueros. A continuación, en un ejemplo de Vietnam, se explican las consecuencias de las diferentes combinaciones de cultivos y prácticas de gestión en estas variables.

Principales variables económicas que influyen la viabilidad económica de la agroforestería

Beneficios

Se han atribuido muchos beneficios a la agroforestería, incluidos los ingresos, la seguridad alimentaria, el suministro de leña y el secuestro de carbono (Willemen et al. 2013). Sobre todo, uno de los principales beneficios económicos de la agroforestería es su proporción relativamente alta en el índice de razón equivalente de uso de tierra (Land Equivalence Ratio, LER, por sus siglas en inglés). En otras palabras, el rendimiento del cultivo principal puede ser menor en la agroforestería que en el monocultivo, pero el rendimiento general en la agroforestería puede ser mayor debido a la contribución de todos los productos del sistema (Bowart y Logan 2020; Köthke et al. 2022). En estudios de caso en Vietnam, por ejemplo, tres combinaciones diferentes de agroforestería de café dieron como resultado un ingreso neto por hectárea más alto que el café de monocultivo producido en condiciones similares

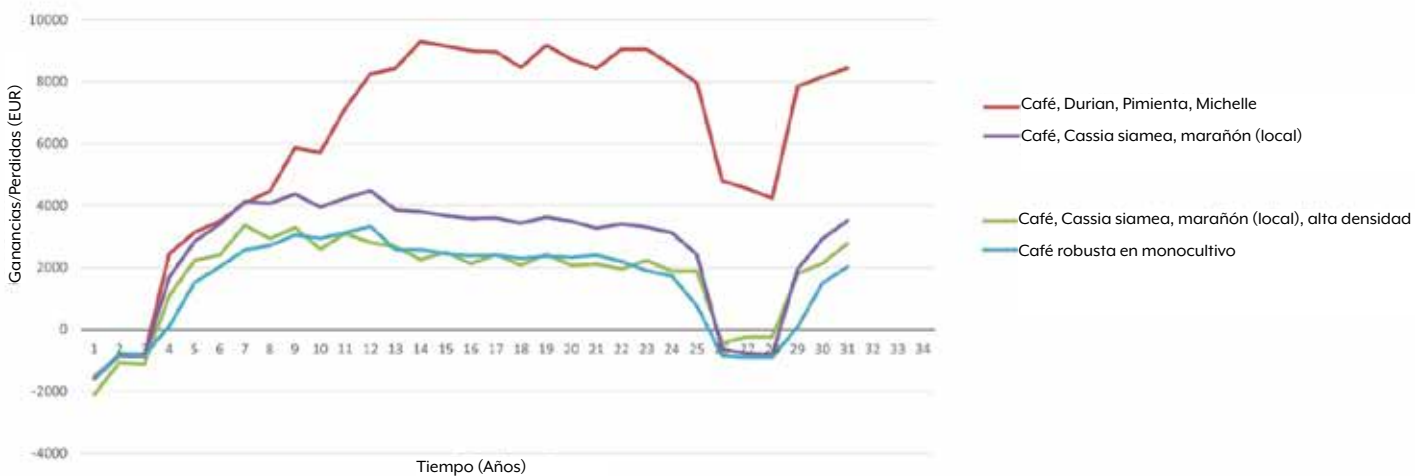


Figure 1. Ingresos netos anuales proyectados por hectárea de cuatro combinaciones diferentes de cultivos en Vietnam Basado en proyecciones de Farmtree, calibrado con datos reales del 2023 (FarmTree 2023).

(Figura 1). Esto es especialmente relevante para los pequeños productores y las áreas bajo presión de otros usos de la tierra.

La agroforestería contribuye a la seguridad alimentaria y fortalece la resiliencia económica, ya que los cultivos proporcionan múltiples fuentes de ingresos en diferentes momentos del año. Esto se logra mediante el cultivo intercalado espacial o inter-temporal de árboles y otras especies, y mediante la mezcla de producción de madera, frutas, caucho, látex, nueces, aceites, forraje para el ganado u otros cultivos. La estabilidad de los ingresos de múltiples productos proporciona resiliencia frente a las pérdidas de rendimiento de cualquier producto individual debido a condiciones climáticas adversas severas. La diversidad también contribuye a la estabilidad de los ingresos, ya que la pérdida de valor de mercado debido a las fuertes fluctuaciones de los precios de los productos básicos (commodities) puede compensarse con precios más altos de otros productos.

Es esencial ampliar las oportunidades de ingresos, tanto mediante la expansión de los mercados para una canasta de productos, así como mediante la provisión de incentivos por la prestación de servicios ecosistémicos como el secuestro de carbono, para mantener y expandir la agroforestería (Kay et al. 2019) y para fortalecer la resiliencia económica de los productores. Una condición importante para lograrlo es desarrollar e implementar cadenas de valor que conecten los productos con mercados que recompensen adecuadamente la producción agroforestal. Por ejemplo, los nichos de mercado que requieren una menor huella social, territorial y química en la producción materias primas (como el café o el cacao) tienden a pagar precios más altos. Los sistemas agroforestales parecen estar en condiciones de cumplir estos requisitos, siempre que los finqueros estén capacitados para cumplir con los requisitos del mercado y que los procedimientos de control

y certificación tengan en cuenta las condiciones especiales de los pequeños productores.

Al mismo tiempo, muchos de los beneficios de la agroforestería a menudo se consideran secundarios y, a veces, no intencionados. Por ejemplo, los productores pueden trabajar en condiciones más frescas gracias a la sombra de los árboles, o producir frutas para el consumo doméstico y los mercados locales. Muchos de estos beneficios no tienen un valor de mercado o su valor de mercado es menor que el del cultivo principal (por ejemplo, el café o el cacao). Sin embargo, ser consciente de estos beneficios secundarios puede cambiar las decisiones de los productores para adoptar soluciones agrícolas más diversas, aunque no sean tan rentables como el monocultivo.

La agroforestería proporciona diversos servicios ecosistémicos y beneficios ambientales, como la mitigación del cambio climático. Los mercados o las empresas pueden recompensar estos beneficios a través de pagos por servicios ambientales. En la práctica, los precios de las materias primas no suelen integrar los costos sociales y ambientales ocultos de la agricultura convencional y tampoco se integran los beneficios de los sistemas de producción diversificados, como la agroforestería.

Una vez operando, la agroforestería también puede generar ahorros; por ejemplo, reduciendo los costos de los agroquímicos en las explotaciones agrícolas, incluidos los plaguicidas, herbicidas y fertilizantes, y reduciendo los costos de riego. Jezeer et al. (2018) encontraron que para las fincas cafetaleras Peruanas de pequeña escala, por ejemplo, el café con sombra con bajo insumo tuvo un mejor desempeño económico (ingreso neto, razón beneficio-costos) que el café a pleno sol con altos insumos. La Figura 2 ilustra cómo, en un caso específico en Vietnam (Farmtree al 2023), los árboles

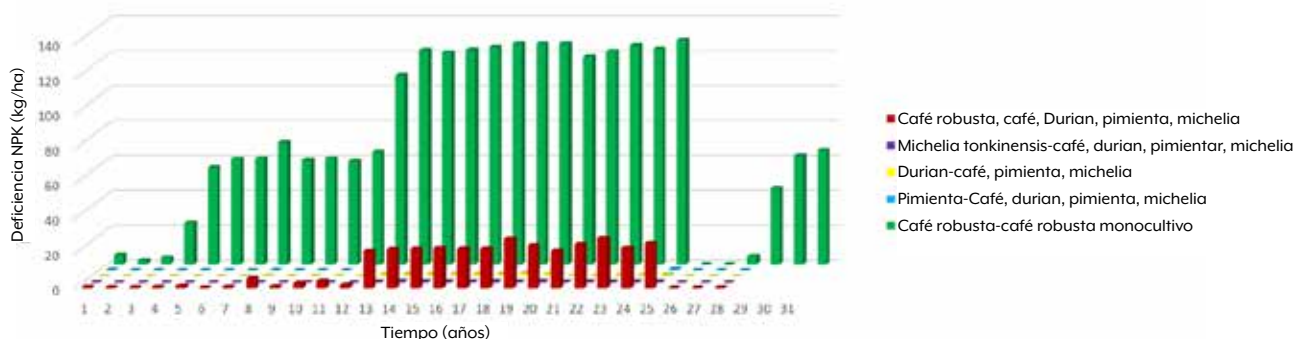


Figura 2. Requerimiento de fertilización (kg/ha) en suelos para café en monocultivo (barras verdes) y en sistema agroforestal (barras rojas). Según las proyecciones basadas en datos de estudios de casos en Vietnam (FarmTree 2023). En ambos casos, se aplicó fertilizante NPK durante los primeros diez años. La menor necesidad de fertilizante para el café después de cinco años en el caso agroforestal se debe principalmente a la inclusión del árbol *Michelia tonkinensis* en la mezcla de plantas.

de michelia ayudaron a reducir en el tiempo la necesidad de fertilizantes ricos en nitrógeno, fósforo y potasio (NFP).

El café, en la parcela agroforestal (barras rojas en la Figura 2), requiere mínima fertilización después que ha sido fertilizado con 400 kg/ha durante los primeros 10 años de cultivo. Este no es el caso para el café en monocultivo (barras verdes en la Figura 2).

Aunque los árboles utilizan agua, en los sistemas agroforestales de café en las tierras altas centrales de Vietnam se encontró que los árboles también contribuyeron a una mejor regulación de la disponibilidad de agua al aumentar la materia orgánica del suelo, mejorando así la capacidad de almacenamiento de agua (FarmTree 2023). Esto puede reducir la necesidad de riego (y, por lo tanto, los costos de riego). Además, el Altiplano Central experimenta vientos muy fuertes durante la estación seca, lo que afecta negativamente la producción de café. Estos efectos negativos han sido mitigados a través de la presencia de árboles en los sistemas agroforestales.

Costos

Los costos pueden ser directos, indirectos, fijos y variables. Los costos directos están directamente relacionados con la producción, como la compra de materias primas o equipos. Los costos directos pueden ser fijos o variables. Ejemplos de costos fijos son la tierra o el equipo que dura varios años. Ejemplos de costos variables son las plántulas de árboles o insumos como fertilizantes y pesticidas. Los costos indirectos incluyen la pérdida de ingresos debido a la competencia entre los árboles y el cultivo principal. En la práctica, la mayoría de los productores tendrán que lidiar con costos directos y variables, adquiriendo insumos que están directa y positivamente relacionados con la producción. En general, el aumento de los insumos dará lugar a un beneficio adicional por los rendimientos. Sin embargo, los finqueros a menudo aplican insumos sin tener en cuenta las recomendaciones para su aplicación. Esto da lugar a que algunos productores, por ejemplo, apliquen mucho más fertilizante del que se requiere para lograr una buena cosecha, o lo apliquen incorrectamente o en el momento equivocado. En un caso en Ghana, por ejemplo, los productores de cacao no aplicaron las cantidades recomendadas de fertilizante en sus fincas porque el aumento de la producción alcanzado era insuficiente para compensar los costos adicionales del fertilizante. En otros casos, no contaban con el flujo de caja para poder comprar suficiente fertilizante en el momento del ciclo productivo en el que más se necesitaba (Lawrence y Louman 2021).

La adopción de prácticas agroforestales a menudo puede ser limitada debido a los costos de oportunidad percibidos y a la

pérdida de ingresos. Un ejemplo es el costo de oportunidad de plantar árboles, ya que los árboles ocupan un espacio que originalmente estaba reservado para el cultivo principal. El costo de oportunidad se refiere a los beneficios que los productores podrían haber obtenido si hubieran plantado un cultivo en lugar de plantar los árboles, los cuales generan rendimientos durante un período de tiempo más largo (es decir, los productores prefieren los que se pueden obtener ya en lugar de los beneficios que se producirán en el futuro). Otro ejemplo es el costo de tener que asistir a capacitaciones para prácticas agroforestales específicas, en lugar de utilizar ese tiempo para atender un cultivo con el que ya están familiarizados.

Los costos suelen ser más altos al inicio del ciclo agroforestal, en parte debido a la necesidad de adquirir y plantar árboles, pero también porque los beneficios ecológicos de la agroforestería suelen tardar en materializarse. Por ejemplo, en suelos relativamente degradados, los sistemas agroforestales bien diseñados pueden necesitar fertilización durante los primeros seis a diez años para llevar la fertilidad del suelo a un nivel razonable, pero más adelante pueden proporcionar suficientes nutrientes y materia orgánica a los suelos y, por lo tanto, requerir menos fertilización (véase la Figura 2). Con el tiempo, el beneficio financiero de reducir los costos de fertilización puede ser mayor que los beneficios financieros del aumento de la producción. Incurrir en costos más bajos es particularmente importante para los cultivos cuyos precios de mercado fluctúan.

Más adelante en el ciclo de cultivo, los costos iniciales pueden ser compensados por la producción de los árboles, o por la menor necesidad de fertilizantes y plagas. Sin embargo, durante los primeros cuatro a siete años, es posible que este no sea el caso. Como se muestra en la Figura 1, el saldo anual se vuelve positivo después del año 4 y, en la mayoría de las opciones, los puntos de equilibrio (es decir, los ingresos acumulados son iguales a los costos acumulados) se alcanzan en el año 8 para combinaciones agroforestales y en el año 10 para monocultivos.

Algunos proyectos agroforestales proporcionan apoyo financiero para compensar los costos directos de adquisición y plantado de los árboles, pero no los costos de oportunidad en los primeros años (por ejemplo, por los menores ingresos debido a una menor densidad del cultivo principal).

Mano de obra

Al incluir los costos de mano de obra en el análisis económico de los sistemas agropecuarios y agroforestales, se debe considerar si las actividades forman parte de la actividad agrícola principal o si son actividades secundarias que se

contemplan como una inversión paralela que generará mayores ingresos. En el caso del cacao en Ghana, se ha visto que si el cultivo de cacao se realiza como una actividad secundaria, es posible que los productores no quieran invertir gran parte de su tiempo o contratar mano de obra para lograr rendimientos óptimos. En algunos casos, los productores de cacao son productores de mayor edad jubilados o que se centran más en actividades generadoras de ingresos (Bymolt et al. 2018).

Además, al calcular la relación costo-beneficio, la utilización de precios de mercado para la mano de obra a menudo puede dar lugar a resultados financieros negativos, en particular para los pequeños productores con sistemas agroforestales intensivos en mano de obra. Los productores de Vietnam a los que se preguntó acerca de sus costos de mano de obra se refirieron únicamente a los costos de contratación de mano de obra (temporal). Consideraban su propio trabajo como una inversión, por la que recibían los ingresos netos de la agricultura como retorno. El que este rendimiento sea satisfactorio parece depender de la necesidad de ingresos del finquero y de los objetivos de la agricultura, así como de las oportunidades de encontrar un trabajo alternativo en otro lugar. Por lo tanto, un análisis económico para ayudar a los finqueros a tomar decisiones sobre sus sistemas de producción (familiares) tendría más sentido para ellos si los costos laborales se indicaran en términos de tiempo necesario en lugar de costos monetarios.

La agroforestería suele ser más intensiva en mano de obra que los cultivos convencionales (monocultivos). Aunque el impacto de la agroforestería en la demanda de mano de obra varía según las condiciones locales, puede ser un factor limitante cuando hay escasez de mano de obra o cuando los costos de la mano de obra son elevados. Por ejemplo, en las fincas de cacao en Bolivia la demanda de mano de obra fue mayor en sistemas agroforestales, aunque los rendimientos por unidad

de mano de obra también fueron mayores (Armengot et al. 2016), mientras que en África los árboles de sombra en la agroforestería ayudaron a reducir los requisitos de mano de obra para el deshierbe y la aplicación de plaguicidas (Nunoo y Owusu 2017). La Figura 3 indica que en Vietnam, la adición de un cultivo comercial a los sistemas agroforestales aumenta las necesidades de mano de obra masculina más que la femenina. Sin embargo, esto no siempre es así y dependerá del tipo de cultivos añadidos y de la distribución local de la mano de obra.

La demanda de mano de obra en los sistemas agroforestales no es igual a la los monocultivos. Además, la adición de cultivos y de complejidad también pueden tener implicaciones para el tipo de mano de obra que se va a contratar: diferentes cultivos pueden requerir diferentes técnicas de manejo y cosecha.

Riesgos de productores

Los pequeños productores se enfrentan a múltiples desafíos futuros: el cambio climático, la fluctuación de los precios, la falta de acceso a los mercados, las plagas y las enfermedades. Las estrategias para mitigar estos riesgos se verán obstaculizadas si no se basan en una comprensión de cómo los productores perciben y reaccionan ante el riesgo (Eitzinger et al. 2018; Mercer 2004). Por lo tanto, es importante identificar y comprender mejor los riesgos que perciben los productores al implementar prácticas agrícolas destinadas a cumplir con las expectativas económicas y ambientales y de resiliencia ante los cambios actuales y futuros.

Aunque la agroforestería aporta beneficios, las decisiones de los productores de adoptar sistemas agroforestales o sistemas a pleno sol dependen de la forma en que perciben el riesgo, lo que a su vez depende de su situación socioeconómica (Sanial 2019). Esto es confirmado por Alpizar et al. (2011),

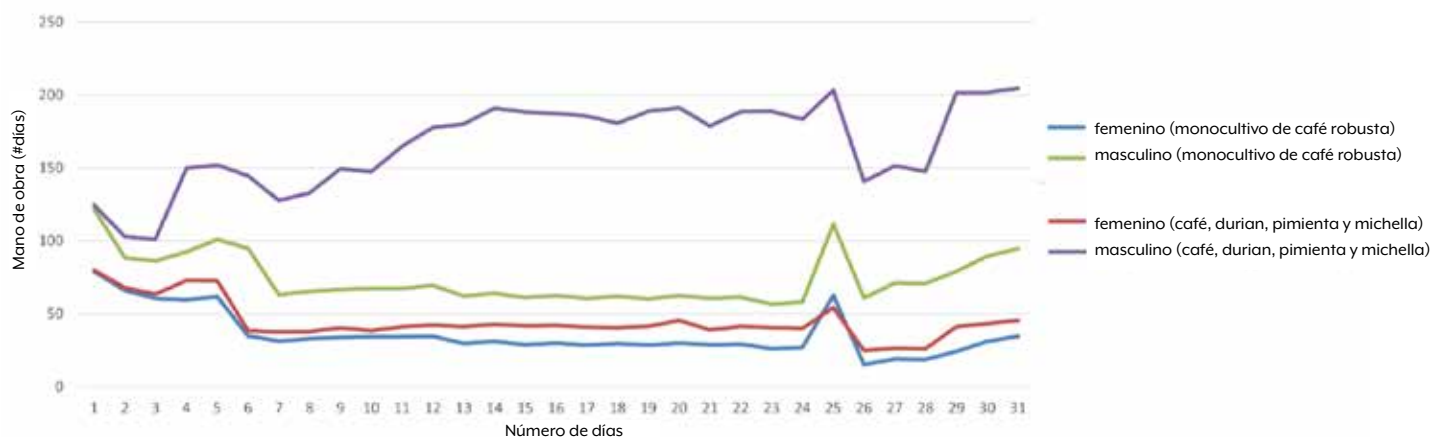


Figura 3. Requerimiento de mano de obra (número de días) y división por género para dos combinaciones de cultivos en Vietnam



Pterocarpus macrocarpus, una especie maderable plantada con café en la comunidad de Hoa Le, Krong Bong, Vietnam. Foto: Phan Thi Thuy Nhi

quienes encontraron que los caficultores en Costa Rica son altamente reacios al riesgo, más aún en condiciones de gran incertidumbre. Los ejemplos de Ghana y Côte d'Ivoire muestran cómo los productores podrían ver la conversión a la agroforestería como un riesgo potencial. Pueden temer un aumento de los efectos ambientales negativos (p. ej., plagas), una mayor amenaza por corta de madera legal e ilegal, o estar preocupados por los peligros físicos de tener árboles grandes en la finca (p. ej., caídas de ramas).

Si bien los productores pueden percibir los riesgos de producción (como los causados por el cambio climático) y los riesgos de mercado, de manera diferente que los extensionistas, las empresas o los académicos. Informes no publicados de entrevistas con ganaderos utilizados para el estudio de Louman et al. (2016) indicaron, por ejemplo, que estos productores consideraban que la diversificación era un riesgo, porque no tenían experiencia en el cultivo de otra cosa que no fuera ganado. Esto es contrario a la opinión de muchos extensionistas y académicos locales, que promueven la diversificación como medio de mitigación de riesgos.

Además, las condiciones locales no siempre son oportunas para que un productor haga la transición a la agroforestería porque pueden faltar condiciones propicias y, por lo tanto, los riesgos para el productor pueden ser demasiado altos. A menudo se necesita asistencia técnica, capacidades de gestión del conocimiento y apoyo organizativo para demostrar que los sistemas agroforestales funcionan y generan beneficios. En muchos casos, los sistemas agroforestales locales han sido abandonados porque las políticas gubernamentales, la asistencia técnica y las cadenas de valor internacionales se centraron en un solo cultivo, en lugar de abarcar la gama de productos agroforestales.

Fluctuaciones de precios de mercado

Los altos precios de mercado pueden ser una gran motivación para que los productores incluyan ciertas especies, como los árboles frutales, en su mezcla de cultivos. Sin embargo, las fluctuaciones de los precios del mercado son uno de los principales riesgos a los que se enfrentan los productores. En Vietnam, los productores han reaccionado a los altos precios de mercado de productos como el aguacate plantándolos en abundancia. Como consecuencia, el precio bajó y ya no proporcionó un incentivo para plantar aguacate (FarmTree

bv 2023). Los productores pueden diversificar para crear un amortiguador contra las fluctuaciones de los precios. Los productores mexicanos diversificaron sus medios de vida cuando percibieron que la producción de café había colapsado (Padrón y Burger 2015).

Sin embargo, cuando se diversifica simplemente por el bien de la diversificación, los productores pueden enfrentarse a riesgos de producción y de mercado. Necesitan aprender a cultivar los nuevos cultivos y a manejar las interacciones entre los cultivos; también tienen que familiarizarse con los nuevos mercados, los cuales son a veces apenas existentes.

Modelación: implicaciones para viabilidad económica

Cuando los pequeños productores adoptan la agroforestería, tienen en cuenta factores socioeconómicos, ecológicos e incluso políticos que pueden dar lugar a oportunidades o limitaciones. Estos factores van desde el acceso a los mercados para una variedad de productos y los incentivos para la adopción que compensan los costos iniciales, hasta las condiciones ambientales como el clima y las sequías frecuentes, entre otros.

En este artículo se utilizó un modelo numérico para la configuración, planificación y proyección de escenarios basados en datos de fincas de la provincia de Dak Lak en Vietnam durante 2023. Este modelo ayudó a ilustrar la información encontrada en la literatura y en mano de los miembros de la Red Internacional de Tropenbos sobre las experiencias sobre cómo los diversos diseños de sistemas de cultivo afectan los costos, los beneficios y los requisitos de mano de obra y pueden afectar la viabilidad económica (Figuras 1-3).

Cuatro factores económicos parecen estar obstaculizando la adopción de los sistemas agroforestales: 1) la falta de oportunidades claras de mercado para los productos arbóreos distintos del cultivo principal; costos a corto plazo en el momento de transformar el sistema; (3) costos laborales adicionales; y (4) la falta de información sobre los impactos positivos de las especies arbóreas seleccionadas en, por ejemplo, la fertilidad del suelo. Además, la percepción del riesgo, incluido el riesgo asociado a la fluctuación de los precios del mercado, suele afectar a la adopción de prácticas agroforestales.

La herramienta Farmtree (Farmtree 2023) proporciona un modelo que ayuda a explicitar estas preocupaciones y a analizar los efectos de realizar ajustes en el diseño de un sistema agroforestal. Por ejemplo, la Figura 1 muestra cómo el valor de los productos adicionales puede aumentar el valor total por hectárea del sistema. También muestra cómo

la combinación de cultivos con diferentes ciclos de vida económicos (en este caso, el café con michelia) ayuda a superar la caída de los ingresos cuando hay que reemplazar uno de los cultivos.

La Figura 1 muestra además que los costos iniciales de establecimiento pueden recuperarse después de ocho a diez años. Si un productor convierte una plantación existente en un sistema agroforestal, dichos costos se limitarían a los costos directos de las plántulas de árboles y su plantado, así como a los costos indirectos de reducir el número de plantas por hectárea del cultivo principal. Cualesquiera que sean esos costos, para convencer a muchos productores y extender la agroforestería, habrá que compensarlos o asegurar que las futuras oportunidades de mercado son tan atractivas que los productores estén dispuestos a incurrir en ellos. Al parecer, este último ha sido el caso de la pimienta y el aguacate en los últimos años en Vietnam.

En Vietnam, la michelia puede ser un cultivo arbóreo prometedor, pero aún no está muy extendido. Además, todavía no se dispone de información suficiente sobre el mercado para estimar su potencial para aumentar los ingresos de un gran número de productores. Sin embargo, a diferencia del aguacate y la pimienta, la michelia también parece contribuir a mantener la fertilidad del suelo. La Figura 2 muestra que esto posiblemente reduce las necesidades de fertilizantes para el cultivo principal (café) después del establecimiento inicial, lo que reduce considerablemente los costos de mantenimiento de la producción de café y, por lo tanto, contribuye a un mayor ingreso neto futuro (como se muestra en la Figura 1). Esto demuestra la importancia de poder proyectar (a corto y largo plazo) los costos y beneficios de las diversas especies incluidas en una mezcla agroforestal. Los árboles como la michelia pueden ser tan sensibles a las fluctuaciones de los precios del mercado como otras especies, pero tienen la ventaja de reducir los costos futuros, lo que reduce el riesgo de pérdidas financieras si los precios del mercado caen.

Modelos como el utilizado en este artículo pueden ayudar a hacer explícitos los costos y beneficios esperados de diferentes mezclas de especies y diferentes regímenes de manejo. Los agentes de extensión podrían utilizar este tipo de modelo con datos calibrados localmente para ayudar a los productores a tomar decisiones más informadas sobre cómo diseñar sus sistemas agroforestales. De esta manera, las empresas y los productores pueden alejarse de los paquetes agroforestales estándar que a menudo se promueven, que no necesariamente incluyen las mezclas de cultivos y árboles más apropiadas para las condiciones de cada productor.

Los estudios y modelos son útiles para comunicar experiencias y experimentos, y pueden ser herramientas útiles para informar a los productores de las implicaciones de las decisiones que toman en el diseño e implementación de sus sistemas de producción en la finca. Sin embargo, la experiencia demuestra (véase, por ejemplo, el artículo 4.5) que es necesario ser conscientes de que, en la práctica, las decisiones de los productores se basan en sus percepciones de los costos, beneficios y riesgos y que éstas pueden diferir sustancialmente de las percepciones de terceros o de los costos y beneficios incorporados en los modelos. Tener esto en cuenta a la hora de implementar un sistema agroforestal será fundamental para pasar de los escenarios modelo a la realidad y para extender la agroforestería.

Referencias

- Alpizar F, Carlsson F and Naranjo MA. 2011. The effect of ambiguous risk and coordination on farmers' adaptation to climate change – A framed field experiment. *Ecological Economics* 70(12):2317–2326. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.07.004>.
- Armengot L, Barbieri P, Andres C, Milz J and Schneider M. 2016. Cacao agroforestry systems have higher return on labor compared to full-sun monocultures. *Agronomy for Sustainable Development* 36:1–10. <https://doi.org/10.1007/s13593-016-0406-6>.
- Bowart SJ and Logan N. 2020. Economic design for multistory agroforestry. Chapter 7. In: Elevelitch CR. (ed.) *Agroforestry design for regenerative production – with emphasis on Pacific islands*. Permanent Agricultural Resources (PAR), Holualoa, Hawai'i. <https://agroforestry.org/projects/agroforestry-design>.
- Bymolt R, Laven A and Tyzler M. 2018. *Demystifying the cocoa sector in Ghana and Côte d'Ivoire*. The Royal Tropical Institute (KIT): Amsterdam, the Netherlands. <https://www.kit.nl/project/demystifying-cocoa-sector/>.
- Eitzinger A, Binder CR and Meyer MA. 2018. Risk perception and decision-making: Do farmers consider risks from climate change? *Climatic Change* 151:507–524. <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2320-1>.
- FarmTree. 2023. FarmTree Tool. <https://www.farmtree.earth/home>.
- Farmtree bv. 2023. Cost-benefit note: Analysis of projected costs and benefits of different coffee cultivation models in Dak Lak. Unpublished report submitted to Tropenbos International and Tropenbos Viet Nam.
- Glover EK, Ahmed HB and Glover MK. 2013. Analysis of socio-economic conditions influencing adoption of agroforestry practices. *Journal of Agriculture and Forestry* 3(4):178–184. <https://doi.org/10.5923/j.ijaf.20130304.09>.
- Gosling E, Knoke T, Reith E, Reyes Cáceres A and Paul C. 2021. Which socio-economic conditions drive the selection of agroforestry at the forest frontier? *Environmental Management* 67(6):1119–1136. <https://doi.org/10.1007/s00267-021-01439-0>.
- Jahan H, Wakilur Rahman Md, Sayemul Islam Md, Rezwan-Al-Ramin A, Miffta-UI-Jannat Tuhin Md and Emran Hossain Md. 2022. Adoption of agroforestry practices in Bangladesh as a climate change mitigation option: Investment, drivers and SWOT analysis perspectives. *Environmental Challenges* 7: 100509. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2022.100509>.
- Jezeer RE, Santos MJ, Boot RG, Junginger M and Verweij PA. 2018. Effects of shade and input management on economic performance of small-scale Peruvian coffee systems. *Agricultural Systems* 162, 179-190. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.01.014>.
- Jose S. 2009. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: An overview. *Agroforestry Systems* 76:1–10. <https://doi.org/10.1007/s10457-009-9229-7>.
- Kay S, Graves A, Palma JHN, Moreno G, Roces-Díaz JV, Aviron S, Chouvardas D, Crous-Duran J, Ferreiro-Dominguez N, García de Jalón S, Macicasan V, Mosquera-Losada MR, Pantera A, Santiago-Freijanes JJ, Szerencsits E, Torralba M, Burgess PJ and Herzog F. 2019. Agroforestry is paying off – Economic evaluation of ecosystem services in European landscapes with and without agroforestry systems. *Ecosystem Services* 36:100896. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.100896>.
- Köthke M, Ahimbisibwe V and Lippe M. 2022. The evidence base on the environmental, economic and social outcomes of agroforestry is patchy—An evidence review map. *Frontiers in Environmental Science* 10. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.925477>.
- Kusters K. 2023. Supporting agroforestry adoption for climate-smart landscapes: Lessons from the Working Landscapes programme. Ede, the Netherlands: Tropenbos International. <https://www.tropenbos.org/news/supporting+agroforestry+adoption+%E2%80%93+lessons+from+the+working+landscapes+programme>.
- Lawrence D and Louman B. 2021. *Finance for integrated landscape management: A landscape approach to climate-smart cocoa in the Juabeso-Bia Landscape, Ghana*. Tropenbos Ghana: Kumasi, Ghana and Tropenbos International: Ede, the Netherlands. <https://bit.ly/3GOWMJe>.
- Louman B, Gutierrez I, le Coq JF, Brenes C, Wulfhorst JD, Casanovas F, Yglesias M and Rios S. 2016. Avances en la comprensión de la transición forestal en fincas costarricenses. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* 26:191–206. In Spanish. <https://agritrop.cirad.fr/582230/1/Louman%20et%20al%20-%202016%20-%20redibec.pdf>.
- Mercer DE. 2004. Adoption of agroforestry innovations in the tropics: A review. *Agroforestry Systems* 204411:311–328. <https://www.fs.usda.gov/research/treesearch/6944>.
- Mukhlis I, Rizaludin MS and Hidayah I. 2022. Understanding socio-economic and environmental impacts of agroforestry on rural communities. *Forests* 13(4):556. <https://doi.org/10.3390/f13040556>.
- Nunoo I and Owusu V. 2017. Comparative analysis on financial viability of cocoa agroforestry systems in Ghana. *Environment, Development and Sustainability* 19:83–98. <https://doi.org/10.1007/s10668-015-9733-z>.

Padrón BR and Burger K. 2015. Diversification and labor market effects of the Mexican coffee crisis. *World Development* 68:19–29. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2014.11.005>.

Pathania A, Chaudhary R, Sharma S and Kumar K. 2021. Farmers' perception in the adoption of agroforestry practices in low hills of Himachal Pradesh. *Indian Journal of Agroforestry* 22(2):101-104. <https://epubs.icar.org.in/index.php/IJA/article/view/109087>.

Sanial E. 2019. A la recherche de l'ombre, géographie des systèmes agroforestiers émergents en cacao-culture ivoirienne post-forestière. Doctoral dissertation, University of Lyon. https://www.nitidae.org/files/de5c2772/a_la_recherche_de_l_ombre_geographie_des_systemes_agroforestiers_emergents_en_cacaoculture_ivoirienne_post_forestiere.pdf.

Verschot LV, van Noordwijk M, Kandji S, Tomich T, Ong C, Albrecht A, Mackensen J, Bantilan C, Anupama KV and Palm C. 2007. Climate change: Linking adaptation and mitigation through agroforestry. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 12:901–918. <https://doi.org/10.1007/s11027-007-9105-6>.

Willemsen L, Hart A, Negra C, Harvey C, Laestadius L, Louman B, Place F, Winterbottom R and Scherr SJ. 2013. *Taking tree-based ecosystem approaches to scale: Evidence of drivers and impacts on food security, climate change resilience and carbon sequestration*. EcoAgriculture Discussion Paper; No. 11. EcoAgriculture Partners. <https://ecoagriculture.org/publication/taking-tree-based-ecosystem-approaches-to-scale/>.

Afiliaciones de los autores

Bas Louman, Coordinador de Programa, MoMo4C; Asesor país, Vietnam, Tropenbos International (bas.louman@tropenbos.org)

Juan Manuel Moya, Experto en negocios y finanzas, Tropenbos International (juan.moya@tropenbos.org)

Jinke van Dam, Líder temático asociado, sistemas de producción diversificados, Tropenbos International (jinke.vandam@tropenbos.org)

Gabija Pamerneckyte, Experto, cuantificación de impacto agroforestal (gabija.pamerneckyte@farmtree.earth)

Tommaso Comuzzi, Estudiante pasante de la Universidad de Wageningen e Investigación de TBI (tom-comuzzi@hotmail.com)

Tran Huu Nghi, Director, Tropenbos Viet Nam (nghi@tropenbos.vn)

Tran Nam Thang, Asesor técnico, Tropenbos Viet Nam (thang@tropenbos.vn)

Rosalien Jezeer, Coordinador de Programa Alianza medios de vida verde (GLA) y gobernanza de paisaje inteligentes al fuego, Tropenbos International (rosalien.jezeer@tropenbos.org)

Maartje de Graaf, Líder temático en manejo forestal comunitario y en conservación; asesor país, Ghana y Filipinas, Tropenbos International (Maartje.deGraaf@tropenbos.org)