

Este artículo se puede encontrar en:
Torquebiau E (ed.). 2024. Agroforestería
en acción. *Tropical Forest Issues* 62.
Tropenbos International, Ede, Países
Bajos (pp. 59–65).

2.4

Mazorcas de cacao. Foto: Johanna Rüegg

Agroforestería dinámica con cacao: 25 años de experiencia en Alto Beni, Bolivia

Johanna Rüegg, Walter Yana, Ascencia Yana, Beatriz Choque, Consuelo Campos y Joachim Milz

“Las parcelas agroforestales pueden producir una variedad de alimentos para el consumo y la venta, contribuyendo a la diversificación de los ingresos y la resiliencia a largo plazo, la seguridad alimentaria y la soberanía alimentaria”.

Introducción

El cacao se cultiva tradicionalmente en sistemas agroforestales. Este sistema de producción sigue siendo común en el continente latinoamericano, aunque hoy en día los mayores países productores son Costa de Marfil y Ghana en África, donde la mayor parte del cacao se cultiva en monocultivos.

La agroforestería con cacao está ganando cada vez más interés a nivel mundial por sus beneficios al proporcionar algunas de las funciones de los bosques tropicales, como la biodiversidad y la regulación del ciclo del agua y las temperaturas extremas, así como el secuestro de carbono. El cacao, al igual que el café, está muy adecuado para la producción agroforestal. Es una especie originaria de los bosques ribereños de la Amazonía y América Central, donde ocupa el estrato medio bajo y por lo tanto tolera la sombra. Los rendimientos de cacao en la agroforestería tienden a ser más bajos que en los monocultivos, aunque los rendimientos totales del sistema, incluidos los cultivos asociados, son más altos (Niether et al. 2020).

En Alto Beni, Bolivia, en el pie de monte de los Andes Bolivianos, existe experiencia con la producción de cacao orgánico bajo agroforestería desde hace varias décadas. Los sistemas empleados por los pequeños productores difieren en su diseño y diversidad, pero en general se caracterizan por una densidad y diversidad de árboles asociados mayor que en otras regiones productoras de cacao del mundo (Figura 1).

Algunos sistemas pueden caracterizarse como agroforestería dinámica (véase el Recuadro 1), que puede incluir árboles maderables, frutales y nativos, así como palmeras, banano y otros cultivos, además del cultivo principal de cacao. A menudo, las grandes copas de los árboles no se podan, lo que da lugar a sistemas muy sombreados (Esche et al. 2023). Este fue el caso de los nueve productores descritos en este artículo

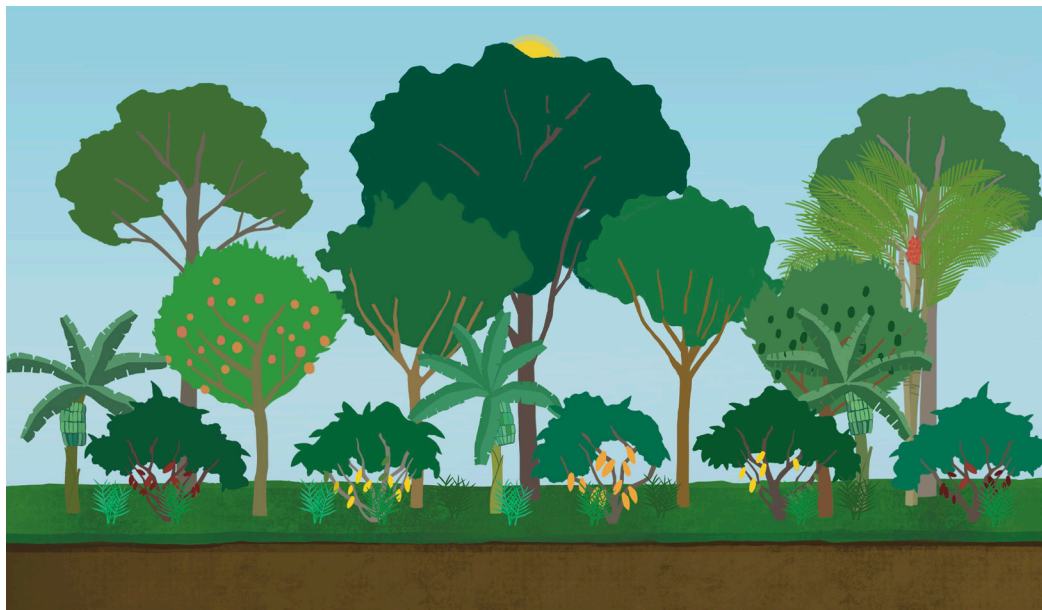


Figura 1: Un sistema agroforestal dinámico maduro típico en Bolivia; Los árboles aún no se han podado

en el momento en que fueron entrevistados. Hoy en día, existen programas en la región que ofrecen la poda de árboles de sombra como un servicio, con el fin de mantener mejor estos sistemas agroforestales altamente densos y diversos.

En 2008-2009, el proyecto Comparación de Sistemas de Fincas en los Trópicos (SysCom, por sus siglas en inglés) inició un estudio a largo plazo en la región del Alto Beni para comparar el desempeño agronómico, económico y ecológico de dos sistemas diferentes de producción de cacao: la producción de cacao convencional y orgánico en monocultivo (pleno sol) y agroforestal (sombreado) (Schneider et al. 2017). El ensayo de SysCom también incluyó un sistema agroforestal dinámico, en línea con las experiencias de larga data de los productores de la región. El proyecto se estableció en tierras que estuvieron en barbecho durante 20 años y cubiertas de bosque secundario. Los árboles asociados en las parcelas agroforestales dinámicas de SysCom se podan dos veces al año (ver foto, página siguiente) para aumentar el aporte de luz al cacao y a los cultivos complementarios y para aumentar el ciclaje de nutrientes. El sistema funciona sin entradas externas.

Este artículo proporciona resultados económicos a partir de un estudio de caso de una parcela modelo madura bajo agroforestería dinámica en la región, con datos de 2017 y 2020.

Compara estos resultados con la información obtenida en 2017 de otras parcelas de pequeños productores de la región que combinan cacao con frutales en sistemas agroforestales y con los resultados de las parcelas de agroforestería dinámica

Recuadro 1. Agroforestería dinámica

Los principios de la agroforestería dinámica fueron formulados por Ernst Götsch, un productor e investigador suizo que desarrolló esta forma de producción en Brasil en la década de 1970 (Götsch 1995). En 1995 fue invitado a visitar El Ceibo en Alto Beni, una organización sombrilla que agrupa a las cooperativas de productores de cacao. Su visita introdujo esta forma de agroforestería en la región, que desde entonces ha sido promovida por Ecotop. Entre los principios de la agroforestería dinámica se encuentran la combinación de especies, de acuerdo con sus ciclos de vida y los estratos que ocupan en los bosques naturales, el uso de la regeneración natural de las especies, y la alta densidad de árboles, especialmente al inicio, que luego se ralean constantemente con el tiempo, dando lugar a un espaciamiento irregular entre árboles de diferentes alturas (Andres et al. 2016).



Foto aérea de una parcela agroforestal dinámica que formó parte del ensayo de SysCom; los árboles de sombra se podan dos veces al año. Foto: Erick Lohse, ECOTOP/FIBL

monocultivo orgánico que forman parte del ensayo a largo plazo de SysCom.

Metodología

De 2017 a 2020 se seleccionaron nueve parcelas agroforestales de pequeños productores que cultivan cacao junto con una diversidad de árboles frutales en Alto Beni para un estudio a nivel regional, incluida la parcela modelo de Walter y Ascencia Yana, que se describe con más detalle a continuación. No todas estas parcelas pueden caracterizarse como agroforestales dinámicas, pero ciertamente incluyen elementos de ese enfoque.

Se inventariaron todos los árboles asociados, tanto especies forestales como especies frutales y palmeras. A través de entrevistas a los productores se obtuvo información sobre el año de establecimiento, rendimientos de cacao, ingresos y uso de frutales. Las áreas de las parcelas se registraron mediante GPS.

Se encontraron las siguientes especies de árboles frutales: *achachairú* (*Garcinia macrophylla*), *arasá* (*Eugenia stipitata*), *asaí* (*Euterpe precatoria*), *plátano* (*Musa* sp.), carambola (*Averrhoa carambola*), chima (*Bactris gasipaes*), chirimoya (*Annona cherimola*), cítricos (*Citrus* sp.), copoazú (*Theobroma grandiflorum*), guayaba (*Psidium guajava*), majo (*Oenocarpus bataua*), mango (*Mangifera indica*), inga (*Inga* sp.), aguacate (*Persea paradisiaca*), rambután (*Nephelium lappaceum*) y yaca (*Artocarpus heterophyllus*). Entre los árboles inventariados,

unas 25 especies maderables preciosas (es decir, de alto valor) tienen mercado en la región. Su valor en pie se estimó sobre la base de los precios locales, ajustando el hecho de que el 40% de la madera se pierde durante el procesamiento (Brönnimann 2017). Las especies preciosas más comunes fueron *Swietenia macrophylla*, *Amburana cearensis*, *Myroxylon balsamum* e *Hymenaea courbaril*.

En este artículo se incluyen datos detallados para el año 2020 de la parcela modelo de Walter y Ascencia Yana, quienes registraron sus inversiones en mano de obra y monetarias, así como sus ingresos por cacao y cultivos asociados. Los gastos incluían equipo, mantenimiento, combustible y herramientas. Su sistema agroforestal de 1,96 ha es uno de los más antiguos de la región y también uno de los más diversos y densos, incluyendo una alta variedad de frutales que se encuentran en etapa productiva. Por lo tanto, la parcela se visita a menudo en las sesiones de entrenamiento. La parcela se estableció hace más de 25 años y se basó en los principios de la agroforestería dinámica (véase el Recuadro 1).

Resultados

La parcela modelo

En la parcela modelo de Walter y Ascencia Yana, la mayoría de los árboles acompañantes fueron plantados por semilla, una práctica común en la agroforestería dinámica. Se respetó la regeneración natural y se ralearon especies de menor interés o en competencia con otras y se incorporaron especies



Un ejemplo de una parcela agroforestal dinámica de un productore en la región del Alto Beni, Bolivia. Foto: Johanna Rüegg

adicionales con el tiempo. Debido a este tipo de manejo, que se asemeja a los procesos forestales naturales, el diseño de la parcela es irregular y hay lugares en la parcela donde los árboles acompañantes están separados por hasta 1 metro. La densidad del cacao es de 487 árboles/ha.

Un total de 54 especies fueron inventariadas en la parcela modelo, incluyendo 21 especies preciosas y 13 especies frutales. Si se incluyen las especies de arbustos y palmeras cuyos frutos no se utilizan, el número total de especies asciende a 72.

De los frutales, en 2017 se comercializaron seis productos: *achachairú* (*Garcinia macrophylla*), *carambola* (*Averrhoa carambola*), *chima* (*Bactris gasipaes*), *copoazú* (*Theobroma grandiflorum*), *rambután* (*Nephelium lappaceum*) y *ocoró* (*Garcinia madruno*). El jengibre (*Zingiber officinale*) también se cosechaba y vendía.

El rambután, el *achachairú* y el *copoazú* son los cultivos de mayor importancia económica y se comercializan todos

los años. Además, se utilizaron ocho especies para el autoconsumo.

En 2017, los rendimientos de cacao fueron de 280 kg/ha, lo que generó un ingreso de 1,116 USD por ha. Los árboles frutales aportaron un ingreso de 2,332 USD por ha, para un ingreso total de 3,448 USD por ha. Hasta la fecha, no se ha cosechado madera; sin embargo, en 2017, el valor en pie de la madera se estimó en 3,307 USD por ha, lo que representa una acumulación de capital a largo plazo.

Según datos más recientes (2020) de la parcela modelo (ver Cuadro 1), la producción de cacao ha aumentado a aproximadamente 430 kg/ha, con un ingreso de 1,762 USD por ha. Al mismo tiempo, la venta de cultivos asociados en 2020 fue menor que en 2017, con un aporte de 1,174 USD por ha. Con unos costos registrados de 294 USD por hectárea y 54 días de trabajo/ha de mano de obra invertida, esto da como resultado un ingreso neto por día de trabajo de 49 USD.

Cuadro 1. Datos económicos (USD por ha) registrados en la parcela modelo de Walter y Ascencia Yana, 2020

Rendimiento cacao seco (aproximado; kg/ha)	430
Ingreso, cacao	1,762
Ingreso, cultivos acompañantes	1,174
Ingresos Totales	2,936
Costos	294
Mano de obra (días/ha)	54
Ingreso neto por día de trabajo	49

Los resultados muestran que los ingresos de los cultivos asociados pueden variar de un año a otro debido a las fluctuaciones en los rendimientos o la demanda. Además, las especies frutales entran en producción solo después de varios años, y el mercado cambia a lo largo de los años. Uno de los desafíos de la agroforestería es prever y planificar la evolución del mercado a largo plazo. En el caso de los frutos amazónicos *copoazú* y *asaí*, por ejemplo, no hubo mucho interés en estos cultivos cuando se sembró la parcela modelo en 1997. Desde entonces, sin embargo, se ha desarrollado un mercado muy fuerte para ellos, que ha contribuido significativamente a la economía familiar.

Recientemente, se han podado los árboles acompañantes en la parcela modelo y en la región, especialmente los árboles maderables del estrato alto y los frutales del estrato medio, ya que muy poca luz llegaba al estrato de cacao. Esto dio lugar a un aumento del rendimiento medio de cacao de 138 a 506 kg/h, medido como parte de un ensayo en los campos de los productores (Esche et al. 2023). También se registró un aumento estimado en la producción de árboles frutales de alrededor del 30% en la parcela modelo de Walter y Ascencia Yana. La materia orgánica de la poda también sirve para reciclar nutrientes. En la actualidad, los servicios de asesoramiento locales recomiendan que los productores hagan la poda de sus árboles por un especialista cada tres años.

Junto con la mejora del material genético, la poda de árboles asociados ha aumentado el grano de cacao seco (Tabla 1) a aproximadamente 480 kg/ha en 2022. Los rendimientos de los cultivos asociados también aumentaron con la poda y el raleo. Y a medida que los injertos de cacao maduran, se espera un mayor aumento de la producción.

Comparación con otros productores

El cuadro 2 muestra las características de las parcelas de los pequeños productores evaluadas en 2017. Todos se centraron en la producción de cacao orgánico en sistemas agroforestales con especies maderables y frutales. La mitad de las parcelas tenían una superficie inferior a 0,98 ha. Sin embargo, esto no siempre representa el área cultivada con cacao, sino que se refiere al tamaño total de la parcela inventariada. Las parcelas tenían entre 10 y 20 años de edad, representando sistemas maduros en términos de cacao, pero jóvenes en términos de madera, que no se cosecha antes de los 25-50 años de edad. Se observaron densidades de árboles acompañantes entre 84 y 517 árboles/ha, lo que demuestra que estas parcelas son sistemas bastante complejos y densos. Las especies frutales, incluido el banano, son de gran importancia como cultivos adicionales, con un promedio de 125 individuos/ha. En la región, también hay parcelas enfocadas en madera que no incluyen árboles frutales (estos no fueron incluidos en la selección de parcelas para este estudio).

Cuadro 2. Características de las parcelas productoras de cacao junto con especies frutales y maderables en 2017

	Area (ha)	Edad (años)	Densidad cacao/ha	Densidad maderables /ha	Densidad árboles frutales y otros /ha	Densidad árboles acompañantes/ha	Número total de especies arbóreas	Número de árboles maderables
Mínimo	0.54	10	455	79	39	150	27	14
Máximo	4.38	21	543	333	280	517	67	25
Promedio	1.51	16	483	188	125	313	40	18
Mediana	1.00	17	483	184	87	271	36	18

Los rendimientos de cacao varían entre 190 y 1015 kg/ha, con una media de 514 kg/ha (Cuadro 3).

Los componentes agroforestales, tanto la madera como los árboles frutales y otros cultivos (como el jengibre), contribuyen sustancialmente al rendimiento económico de las parcelas. Los agricultores mencionaron la venta de entre uno y siete cultivos complementarios, y la mitad de los agricultores comercializaron más de tres productos adicionales. Estas ventas aportan entre el 3 y el 68% de los ingresos de los agricultores, con un promedio

de 899 USD por hectárea al año. En comparación, el cacao aporta una media del 68% de los ingresos, con una media de 2,089 USD por hectárea al año.

El componente maderero representa una importante acumulación de capital, con un valor medio permanente de 5,565 USD por hectárea en 2017. Dado que las parcelas probablemente pueden seguir siendo productivas hasta 25-50 años, esto puede hacer una fuerte contribución a los ingresos de las familias si la madera se vende en el futuro.

Cuadro 3. Rendimientos de cacao, ingresos, especies para autoconsumo y acumulación de capital de las parcelas en 2017

	Rendimiento cacao seco kg/ha	Ingreso cacao USD/ha	Ingreso venta de frutales USD/ha	Número de cultivos para la venta	Número de cultivos para autoconsumo	% ingreso cacao	Total ingreso USD/ha	Valor en pie USD/ha (60%)*
Mínimo	190	773	148	1.00	2.00	32	998	2,955
Máximo	1015	4,126	2,389	7.00	10.00	97	4,274	8,682
Promedio	514	2,089	899	3.44	5.78	68	2,988	5,565
Mediana	437	1,778	945	3.00	5.00	67	3,533	5,129

*Nota: Como se mencionó en la página 59, el 40% de la madera se pierde durante el procesamiento (Brönnimann 2017).

Comparación de parcelas de pequeños productores con los resultados del ensayo a largo plazo SysCom 2017-2019

El ensayo de SysCom Bolivia en 2017-2019 comparó la producción y el desempeño económico de dos sistemas de producción de cacao: monocultivo orgánico y agroforestería dinámica a la edad de 9 a 11 años. En ambos sistemas, la densidad de cacao fue de 625 árboles/ha. Los sistemas agroforestales dinámicos tuvieron una densidad de aproximadamente 800 árboles asociados/ha durante este tiempo, sustancialmente mayor que en todas las parcelas de pequeños productores inventariadas anteriormente. Una de las razones de esto es que las parcelas de los agricultores en el

estudio de 2017 eran más antiguas; por lo tanto, la densidad se ha reducido con el tiempo. Los cultivos asociados que se cosecharon y comercializaron fueron banano, café, *chima*, copoazú, *jengibre*, palillo (*Curcuma longa*) y *aguacate*.

El cuadro 4 muestra el tiempo promedio de mano de obra y los rendimientos del ensayo de SysCom recopilados para los años 2017-2019. Los ingresos se calcularon utilizando los precios locales. Los costos se estimaron en función de las herramientas e insumos adquiridos durante ese tiempo. Todos los valores fueron convertidos de BOB (boliviano) a USD con un tipo de cambio de 6.95125 BOB/USD (tipo de cambio promedio en 2017).

Cuadro 4. Rendimientos promedio de cacao (kg/ha) y datos económicos (USD/ha) para el proyecto SysCom, región Alto Beni, 2017-2019

	Orgánico monocultivo	Agroforestería dinámica
Rendimientos cacao seco	1,170	590
Ingresos, cacao	3,670	1,857
Ingresos, cultivos acompañantes	0	1,498
Ingresos totales	3,670	3,355
Costos	456	147
Costos mano de obra (día/ha)	113	145
Ingreso neto por día de trabajo	28	22

El sistema agroforestal dinámico que forma parte del ensayo de SysCom es 2.8 veces más intensivo en mano de obra que el de Walter y Asencia Yana, y los ingresos también son mayores en el ensayo de SysCom. Esto se debe a un manejo intensivo. Por ejemplo, los árboles que los acompañan se podan dos veces al año, por lo que la productividad es mayor. Con este manejo más intensivo se pueden alcanzar rendimientos de 590 kg/ha en agroforestería dinámica, un rendimiento prometedor pero lejos de los 1170 kg/ha de cacao seco que se lograron en monocultivo orgánico durante el mismo tiempo (Cuadro 4).

Sin embargo, hay que tener en cuenta la productividad total. En los sistemas agroforestales, casi el 45% de los ingresos totales provienen de cultivos asociados, en el ensayo SysCom y en la parcela modelo. Sin embargo, el rendimiento de la mano de obra (ingreso neto por día de trabajo) registrado en la parcela modelo (49 USD; véase el Cuadro 1) fue considerablemente mayor que el monocultivo (28 USD) o el sistema agroforestal dinámico (22 USD) del ensayo SysCom (Cuadro 4), lo que indica que, aunque los ingresos son menores, los agricultores han encontrado formas eficientes de manejar sus parcelas.

Conclusiones

Aunque hubo un alto retorno de la mano de obra en la parcela modelo, hubo una alta variabilidad en los rendimientos de cacao. Unos pocos productores lograron rendimientos similares a los de los monocultivos en la región, mientras que otros mostraron que una proporción considerable de los ingresos proviene de los cultivos asociados, lo que indica el potencial de los sistemas agroforestales dinámicos y multipropósito. Las parcelas agroforestales pueden producir una variedad de alimentos para el consumo y la venta, contribuyendo a la diversificación de los ingresos y la resiliencia a largo plazo, la seguridad alimentaria y la soberanía alimentaria. Es posible una amplia gama de combinaciones: cada sistema debe adaptarse a las circunstancias específicas, las oportunidades de mercado y las preferencias de quienes trabajan en él.

Lograr la rentabilidad económica, manteniendo al mismo tiempo una alta diversidad de árboles maderables y especies nativas para la conservación de la biodiversidad, la regulación eficiente del micro y macro clima, la regulación del ciclo del agua y el secuestro de carbono es un gran logro. Además, los agricultores mencionan a menudo la "felicidad" —el bienestar y la satisfacción— de trabajar en una parcela diversificada en armonía con la vida. También se ha demostrado la importancia de los sistemas agroforestales en la resiliencia al cambio climático y su percepción positiva por parte de los agricultores de la región (Jacobi et al. 2015).

Además, los resultados muestran la importancia de buenas prácticas como el mejoramiento del material genético y la poda de árboles acompañantes y demuestran que existe potencial para mejorar aún más la eficiencia en el manejo de sistemas agroforestales dinámicos. Los actores de la región del Alto Beni están contribuyendo eficazmente a este proceso, ofreciendo servicios de poda y asistencia técnica, como el suministro de semillas y plántulas de especies asociadas y cacao seleccionado localmente, así como invirtiendo en investigación y capacitación a largo plazo.

Por último, para la investigación y la evaluación del rendimiento económico de los sistemas agroforestales, es importante obtener datos plurianuales y a largo plazo, ya que los sistemas agroforestales también son una inversión para las generaciones futuras.

Afiliaciones de los autores

Johanna Rüegg, Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Switzerland (johanna.rueegg@fibl.org)

Walter Yana, Productor, Fundación Ecotop, Bolivia (w.yana@ecotop-consult.de)

Ascencia Yana, Productora, Bolivia (w.yana@ecotop-consult.de)

Beatriz Choque, Fundación Ecotop, Bolivia (betinal423@hotmail.com)

Consuelo Campos, Fundación Ecotop, Bolivia (c.campos@ecotop-consult.de)

Joachim Milz, Fundación Ecotop, Bolivia (j.milz@ecotop-consult.de)

Agradecimientos

En primer lugar, agradecemos a los agricultores que han compartido sus experiencias y datos con nosotros, así como a Lukas Brönnimann por la recopilación de datos sobre árboles maderables. Además, agradecemos a todo el equipo de SysCom, así como a los donantes del programa SysCom: Servicio de Desarrollo de Lichtenstein, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, Fondo de Sostenibilidad Coop y Fundación Biovisión.

Referencias

- Andres C, Comoé H, Beerli A, Schneider M, Rist S and Jacobi J. 2016. Cocoa in monoculture and dynamic agroforestry. *Sustainable Agriculture Reviews* 19:121–153. https://doi.org/10.1007/978-3-319-26777-7_3.
- Brönnimann L. 2017. Valorización de la producción maderable en Sistemas Agroforestales de Cacao. Bachelor's thesis at Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, Switzerland.
- Esche L, Schneider M, Milz J and Armengot L. 2023. The role of shade tree pruning in cocoa agroforestry systems: Agronomic and economic benefits. *Agroforestry Systems* 97(2):175–185. <https://doi.org/10.1007/s10457-022-00796-x>.
- FiBL. 2023. Información sobre el proyecto SysCom. <https://systems-comparison.fibl.org/>.
- FIBL Film. 2022. La experiencia de Walter y Ascencia Yana, tal como otros actores de la región Alto Beni también se cuenta en este documental corto. <https://youtu.be/nbtHDBkYVyk>.
- Götsch E. 1995. *Break-through in Agriculture*. Rio de Janeiro: AS-PTA. <https://www.naturefund.de/fileadmin/images/Studien/Goetsch-break-through-in-agriculture.pdf>.
- Jacobi J, Schneider M, Bottazzi P, Pillco M, Calizaya P and Rist S. 2015. Agroecosystem resilience and farmers' perceptions of climate change impacts on cocoa farms in Alto Beni, Bolivia. *Renewable Agriculture and Food Systems* 30(2):170–183. <https://doi.org/10.1017/S174217051300029X>.
- Niether W, Jacobi J, Blaser WJ, Andres C and Armengot L. 2020. Cocoa agroforestry systems versus monocultures: A multi-dimensional meta-analysis. *Environmental Research Letters* 15(10):104085. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abb053>.
- Schneider M, Andres C, Trujillo G, Alcon F, Amurrio P, Perez E, Weibel F and Milz J. 2017. Cocoa and total system yields of organic and conventional agroforestry vs. monoculture systems in a long-term field trial in Bolivia. *Experimental Agriculture* 53(3):351–374. <https://doi.org/10.1017/S0014479716000417>.