



Cabosses de cacao. Photo : Johanna Rüegg

Agroforesterie dynamique du cacao : 25 ans d'expérience à Alto Beni, Bolivie

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

Introduction

«Les parcelles agroforestières peuvent produire une gamme d'aliments destinés à la consommation et à la vente, contribuant ainsi à la diversification des revenus et à la résilience à long terme, à la sécurité alimentaire et à la souveraineté alimentaire.»

Le cacao est traditionnellement cultivé en agroforesterie. Ce système de production est encore courant sur le continent latino-américain, même si aujourd'hui les plus grands pays producteurs sont la Côte d'Ivoire et le Ghana en Afrique, où la majeure partie du cacao est cultivée en monoculture.

L'agroforesterie cacaoyère suscite de plus en plus d'intérêt à l'échelle mondiale en raison de ses avantages dans la fourniture de certaines fonctions des forêts tropicales, telles que la biodiversité et la régulation du cycle de l'eau et des températures extrêmes, ainsi que la séquestration du carbone. Le cacao, tout comme le café, est très adapté à la production agroforestière. C'est une espèce origininaire des forêts riveraines d'Amazonie et d'Amérique centrale, où elle occupe la strate moyenne inférieure et tolère donc l'ombre. Les rendements du cacao en agroforesterie ont tendance à être inférieurs à ceux des monocultures, bien que les rendements totaux du système, y compris les cultures associées, soient plus élevés (Niether *et al.* 2020).

À Alto Beni, en Bolivie, au pied des Andes boliviennes, la production de cacao biologique en agroforesterie existe depuis plusieurs décennies. Les systèmes utilisés par les petits exploitants diffèrent dans leur conception et leur diversité, mais

en jachère depuis 20 ans et couvert d'une forêt secondaire. Les arbres compagnons des parcelles agroforestières dynamiques SysCom sont taillés deux fois par an (voir photo à la page suivante) pour augmenter l'apport de lumière au cacaoyer



Figure 1 : Un système agroforestier dynamique mature typique en Bolivie ; les arbres ne sont pas encore taillés

en général, ils se caractérisent par une densité et une diversité d'arbres compagnons relativement élevées par rapport aux autres régions productrices du monde (Figure 1).

Certains systèmes peuvent être qualifiés d'agroforesterie dynamique (voir Encadré 1), qui peut inclure du bois, des arbres fruitiers et indigènes ainsi que des palmiers, des bananiers et d'autres cultures en plus de la culture principale du cacao. Souvent, les grandes cimes des arbres ne sont pas taillées, ce qui conduit à des systèmes très ombragés (Esche *et al.* 2023) ; c'était le cas des neuf producteurs décrits dans cet article au moment où ils ont été interviewés. Il existe aujourd'hui dans la région des programmes qui proposent comme service l'élagage des arbres d'ombrage, afin de mieux entretenir ces systèmes agroforestiers très denses et diversifiés.

En 2008-2009, le projet de comparaison des systèmes agricoles sous les tropiques (SysCom) a lancé une étude à long terme dans la région pour comparer les performances agronomiques, économiques et écologiques de deux systèmes de production de cacao différents : la production de cacao conventionnelle et biologique en monoculture (plein soleil) et l'agroforesterie (à l'ombre) (Schneider *et al.* 2017). L'essai de SysCom comprenait également un système agroforestier dynamique, conforme aux expériences de longue date des agriculteurs de la région. Le projet a été implanté sur un terrain

et aux cultures compagnes et pour augmenter le cycle des nutriments. Le système fonctionne sans intrants externes.

Cet article fournit les résultats économiques d'une étude de cas d'une parcelle modèle mature en agroforesterie dynamique dans la région, avec des données de 2017 et 2020. Il compare

Encadré 1. Agroforesterie dynamique

Les principes de l'agroforesterie dynamique ont été formulés par Ernst Götsch, producteur et chercheur suisse qui a développé cette forme de production au Brésil dans les années 1970 (Götsch 1995). En 1995, il a été invité à visiter El Ceibo à Alto Beni, une organisation faîtière de coopératives de producteurs de cacao.

Sa visite a introduit cette forme d'agroforesterie dans la région, qui a depuis été promue par Ecotop. Parmi les principes figurent la combinaison des espèces, selon leurs cycles de vie et les strates qu'elles occupent dans les forêts naturelles, le recours à la régénération naturelle des espèces et la forte densité d'arbres, surtout au début, qui sont ensuite constamment éclaircis au fil du temps, conduisant à un espacement irrégulier entre les arbres de différentes hauteurs (Andres *et al.* 2016).



Photo aérienne d'une parcelle agroforestière dynamique faisant partie de l'expérience SysCom ; les arbres d'ombrage sont taillés deux fois par an. Photo : Erick Lohse, ECOTOP/FIBL

ces résultats avec les informations obtenues en 2017 sur d'autres parcelles de petits exploitants de la région qui combinent cacao et arbres fruitiers dans des systèmes agroforestiers, et avec les résultats des parcelles d'agroforesterie dynamique et de monoculture biologique qui font partie de l'essai à long terme de SysCom.

Méthodologie

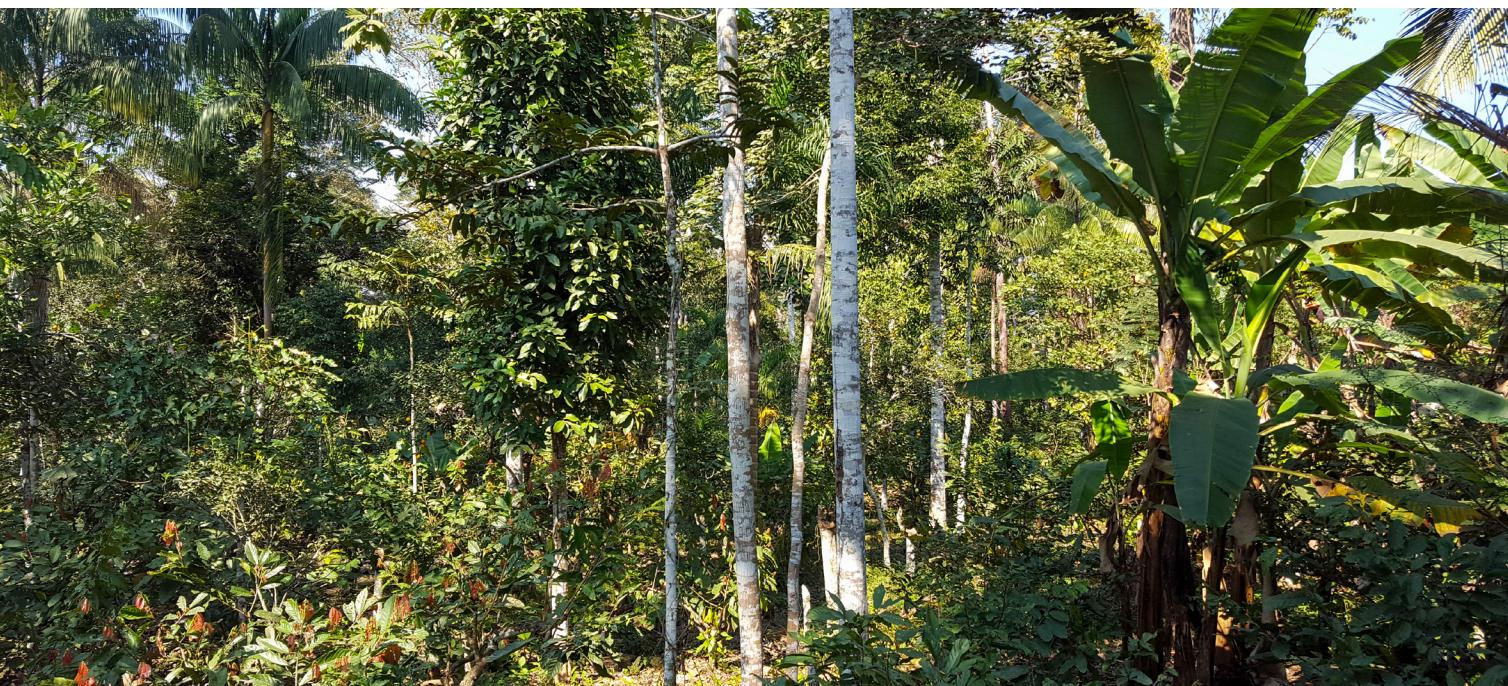
De 2017 à 2020, neuf parcelles agroforestières de petits exploitants agricoles, qui cultivent du cacao ainsi qu'une diversité d'arbres fruitiers, ont été sélectionnées à Alto Beni pour une étude au niveau régional, y compris la parcelle modèle de Walter et Asencia Yana, décrite avec plus de détails ci-dessous. Toutes ces parcelles ne peuvent pas être qualifiées d'agroforesterie dynamique, mais elles en comportent certains éléments.

Tous les arbres compagnons – les espèces forestières ainsi que les espèces fruitières et de palmiers – ont été inventoriés. Grâce à des entretiens avec les agriculteurs, des informations ont été obtenues sur l'année d'implantation, les rendements du cacao, les revenus et l'utilisation des arbres fruitiers. Les superficies des parcelles ont été enregistrées à l'aide du GPS.

Les espèces d'arbres fruitiers suivantes ont été trouvées : achachairú (*Garcinia macrophylla*), arasá (*Eugenia stipitata*), asaí (*Euterpe precatoria*), bananier (*Musa sp.*), carambole

(*Averrhoa carambola*), palmier pêcher (*Bactris gasipaes*), cherimoya (*Annona cherimola*), agrumes (*Citrus sp.*), copoazú (*Theobroma grandiflorum*), goyave (*Psidium guajava*), majo (*Oenocarpus bataua*), mangue (*Mangifera indica*), inga (*Inga sp.*), avocat (*Persea paradisiaca*), ramboutan (*Nephelium lappaceum*) et jacquier (*Artocarpus heterophyllus*). Parmi les arbres inventoriés, environ 25 espèces de bois précieux (c'est-à-dire de grande valeur) possèdent un marché dans la région. Leur valeur sur pied a été estimée sur la base des prix locaux, en tenant compte du fait que 40 % du bois est perdu lors de la transformation (Brönnimann 2017). Les espèces précieuses les plus communes étaient les *Swietenia macrophylla*, *Amburana cearensis*, *Myroxylon balsamum* et *Hymenea courbaril*.

Des données détaillées pour l'année 2020 de la parcelle modèle de Walter et Ascencia Yana, qui ont enregistré leur travail et leurs investissements monétaires, ainsi que leurs revenus issus du cacao et des cultures associées, sont incluses dans cet article. Les dépenses comprenaient l'équipement, la maintenance, le carburant et les outils. Leur système agroforestier de 1,96 ha est l'un des exemples les plus anciens dans la région et également l'un des plus diversifiés et denses, comprenant une grande variété d'arbres fruitiers en phase de production. C'est pourquoi la parcelle est souvent visitée lors de séances de formation. La parcelle a été créée il y a plus de 25 ans et reposait sur les principes de l'agroforesterie dynamique (voir Encadré 1).



Un exemple de parcelle agroforestière dynamique d'un agriculteur de la région d'Alto Beni, en Bolivie. Photo : Johanna Rüegg

Résultats

La parcelle modèle

Dans la parcelle modèle de Walter et Ascencia Yana, la plupart des arbres compagnons ont été plantés à partir de graines, une pratique courante en agroforesterie dynamique. La régénération naturelle a été respectée et les espèces de moindre intérêt ou en compétition avec d'autres ont été éclaircies, et des espèces supplémentaires ont été incorporées au fil du temps. En raison de ce type de gestion, qui s'apparente aux processus forestiers naturels, la disposition de la parcelle est irrégulière et il y a des endroits dans la parcelle où les arbres compagnons sont espacés de jusqu'à 1 mètre. La densité du cacao est de 487 arbres/ha.

Au total, 54 espèces ont été recensées dans la parcelle modèle, dont 21 espèces précieuses et 13 espèces fruitières. En incluant les espèces d'arbustes et de palmiers dont les fruits ne sont pas utilisés, le nombre total d'espèces s'élève à 72.

Parmi les arbres fruitiers, six produits ont été vendus en 2017 : achachairú (*Garcinia macrophylla*), carambole (*Averrhoa carambola*), palmier pêche (*Bactris gasipaes*), copoazú (*Theobroma grandiflorum*), ramboutan (*Nephelium lappaceum*) et ocoró (*Garcinia madruno*). Le gingembre (*Zingiber officinale*) était également récolté et vendu.

Le ramboutan, l'achchairú et le copoazú représentent les cultures les plus importantes économiquement et sont vendus

chaque année. De plus, huit espèces ont été utilisées pour l'autoconsommation.

En 2017, les rendements du cacao étaient de 280 kg/ha, générant un revenu de 1 116 USD par ha. Les arbres fruitiers ont contribué à un revenu de 2 332 USD par ha, pour un revenu total de 3 448 USD par ha. À ce jour, aucun bois n'a été récolté ; cependant, en 2017, la valeur du bois sur pied était estimée à 3 307 USD par ha, ce qui représente une accumulation de capital à long terme.

Selon des données plus récentes (2020) de la parcelle modèle (voir Tableau 1), la production de cacao a augmenté jusqu'à environ 430 kg/ha, avec un revenu de 1 762 USD par ha. En même temps, la vente des cultures associées en 2020 a été inférieure à celle de 2017, avec une contribution de 1 174 USD par ha. Avec des coûts enregistrés de 294 USD par ha et 54 jours ouvrables/ha de travail investi, cela se traduit par un revenu net par jour ouvrable de 49 USD. Les résultats montrent que les revenus des cultures compagnes peuvent varier d'une année à l'autre en raison des fluctuations des rendements ou de la demande. De plus, les espèces fruitières n'entrent en production qu'après plusieurs années et le marché évolue au fil des ans. L'un des défis de l'agroforesterie est de prévoir et de planifier l'évolution du marché à long terme. Dans le cas des fruits amazoniens copoazú et asaí, par exemple, ces cultures ne suscitaient pas beaucoup d'intérêt lors de la plantation de la parcelle modèle en 1997. Mais depuis lors, un marché très important s'est développé pour ces produits, contribuant de manière significative à l'économie familiale.

Tableau 1. Données économiques (USD par ha) enregistrées sur la parcelle modèle de Walter et Ascencia Yana, 2020

Rendement en fèves de cacao sèches (approximatif ; kg/ha)	430
Revenu, cacao	1762
Revenu, cultures associées	1174
Revenu total	2 936
Coûts	294
Durée de travail (jours/ha)	54
Revenu net par jour de travail	49

Récemment, les arbres compagnons de la parcelle modèle et de la région ont été élagués, en particulier les arbres à bois d'œuvre de la strate élevée et les arbres fruitiers de la strate intermédiaire, car trop peu de lumière parvenait à la strate du cacaoyer. Cela a entraîné une augmentation du rendement moyen du cacao de 138 à 506 kg/h, mesuré dans le cadre d'un essai dans les champs des agriculteurs (Esche *et al.* 2023). Une augmentation estimée à environ 30 % de la production d'arbres fruitiers a également été enregistrée dans la parcelle modèle de Walter et Ascencia Yana. La matière organique issue de la taille sert également à recycler les nutriments. Actuellement, les services de conseil locaux recommandent aux producteurs de faire tailler leurs arbres par un spécialiste tous les trois ans.

Parallèlement à l'amélioration du matériel génétique, la taille des arbres compagnons a permis d'augmenter la production de fèves sèches (Tableau 1) à environ 480 kg/ha en 2022. Les rendements des cultures compagnes ont également été augmentés grâce à la taille et à l'éclaircissement. Et à mesure que les greffons de cacao mûrissement, une nouvelle augmentation de la production est attendue.

Comparaison avec d'autres producteurs

Le Tableau 2 montre les caractéristiques des parcelles des petits exploitants de la région telles qu'évaluées en 2017 ; toutes étaient axées sur la production de cacao biologique en agroforesterie avec des espèces ligneuses et fruitières. La moitié des parcelles avaient une superficie inférieure à 0,98 ha. Cependant, cela ne représente pas toujours la superficie cultivée en cacao, mais se réfère à la taille totale de la parcelle inventoriée. Les parcelles avaient entre 10 et 20 ans, ce qui représente des systèmes matures en termes de cacao, mais jeunes en termes de bois, qui n'est récolté qu'entre 25 et 50 ans. Des densités d'arbres compagnons comprises entre 84 et 517 arbres/ha ont pu être observées, ce qui montre que ces parcelles représentent des systèmes assez complexes et denses. Les espèces fruitières, dont le bananier, sont d'une grande importance en tant que cultures supplémentaires, avec une moyenne de 125 individus/ha. Dans la région, il existe également des parcelles axées sur le bois qui ne comprennent pas d'arbres fruitiers (celles-ci n'ont pas été incluses dans la sélection des parcelles pour cette étude).

Tableau 2. Caractéristiques des parcelles produisant du cacao ainsi que des espèces fruitières et ligneuses en 2017

Superficie (ha)	Âge (années)	Densité, cacao/ha	Densité, arbres à bois/ha	Densité arbres fruitiers et autres/ha	Densité arbres compagnons/ha	Nombre total d'espèces d'arbres	Nombre d'arbres à bois	
Minimum	0,54	10	455	79	39	150	27	14
Maximum	4,38	21	543	333	280	517	67	25
Moyenne	1,51	16	483	188	125	313	40	18
Médiane	1,00	17	483	184	87	271	36	18

Les rendements du cacao varient entre 190 et 1 015 kg/ha, avec une moyenne de 514 kg/ha (Tableau 3).

Les deux composantes agroforestières – le bois mais aussi les arbres fruitiers et autres cultures (comme le gingembre) – contribuent largement à la performance économique des parcelles. Les agriculteurs ont mentionné vendre entre une et sept cultures compagnes, la moitié d'entre eux commercialisant plus de trois produits supplémentaires. Ces ventes contribuent entre 3 et 68 % aux revenus des agriculteurs, avec une moyenne

de 899 USD par ha et par an. En comparaison, le cacao contribue en moyenne à 68 % des revenus, avec une moyenne de 2 089 USD par ha et par an.

La composante bois représente une accumulation de capital substantielle, avec une valeur moyenne sur pied de 5 565 USD par ha en 2017. Étant donné que les parcelles peuvent probablement rester productives pendant 25 à 50 ans, cela peut apporter une forte contribution aux revenus des familles si le bois est vendu dans le futur.

Tableau 3. Rendements du cacao, revenus, espèces destinées à l'autoconsommation et accumulation du capital des parcelles en 2017

Rendement en fèves de cacao sèches kg/ha	Revenu du cacao USD/ha	Revenu vente fruits USD/ha	Nombre de cultures destinées à la vente	Nombre de cultures destinées à l'auto-consommation	% des revenus du cacao	Revenu total USD/ha	Valeur du bois sur pied USD/ha (60 %)*
Minimum	190	773	1,00	2,00	32	998	2 955
Maximum	1 015	4 126	7,00	10,00	97	4 274	8 682
Moyenne	514	2 089	3,44	5,78	68	2 988	5 565
Médiane	437	1 778	3,00	5,00	67	3 533	5 129

* Remarque : Comme mentionné plus haut, 40 % du bois est perdu lors de la transformation (Brönnimann 2017).

Comparaison des parcelles de petits exploitants avec les résultats de l'essai à long terme de SysCom en 2017–2019

L'essai de SysCom Bolivie mené en 2017-2019 a permis de comparer la production et les performances économiques de deux systèmes productifs du cacao : la monoculture biologique et l'agroforesterie dynamique à l'âge de 9 à 11 ans. Dans les deux systèmes, la densité du cacao est de 625 arbres/ha. Les systèmes agroforestiers dynamiques avaient une densité d'environ 800 arbres compagnons/ha pendant cette période, nettement plus élevée que dans toutes les parcelles de petits exploitants inventoriées ci-dessus. L'une des raisons à cela est que les parcelles des agriculteurs de l'étude de 2017 étaient plus anciennes ; ainsi, la densité a diminué avec le temps. Les cultures compagnes récoltées et vendues étaient la banane, le café, le chima, le copoazú, le gingembre, le palillo (*Curcuma longa*) et l'avocat.

Le tableau 4 montre le temps de travail moyen et les rendements de l'essai SysCom collectés durant les années 2017-2019. Le revenu a été calculé sur la base des prix locaux. Les coûts ont été estimés en se basant sur les outils et les intrants achetés durant cette période. Toutes les valeurs ont été converties de BOB (boliviano) en USD avec un taux de change de 6,95125 BOB/USD (taux de change moyen en 2017).

Le système agroforestier dynamique faisant partie de l'essai de SysCom nécessite 2,8 fois plus de main-d'œuvre que celui

de Walter et Asencia Yana, et les revenus sont également plus élevés dans l'essai SysCom. Cela est dû à une gestion intensive ; par exemple, les arbres qui les accompagnent sont taillés deux fois par an, la productivité est donc plus élevée. Avec cette gestion plus intensive, des rendements de 590 kg/ha peuvent être atteints en agroforesterie dynamique, un rendement prometteur mais loin des 1 170 kg/ha de cabosses sèches obtenus en monoculture biologique pendant la même période (Tableau 4).

Cependant, la productivité totale doit être prise en compte. Dans les systèmes agroforestiers, près de 45 % des revenus totaux proviennent des cultures compagnes, dans l'essai SysCom et dans la parcelle modèle. Cependant, le rendement du travail (revenu net par jour de travail) enregistré dans la parcelle modèle (49 USD ; voir Tableau 1) était considérablement plus élevé que celui de la monoculture (28 USD) ou du système agroforestier dynamique (22 USD) de l'essai SysCom (Tableau 4), indiquant que même si les revenus sont plus faibles, les agriculteurs ont trouvé des moyens efficaces de gérer leurs parcelles.

Conclusions

Même si le rendement du travail dans la parcelle modèle était élevé, les rendements du cacao étaient très variables. Quelques agriculteurs ont obtenu des rendements similaires à ceux des monocultures dans la région, tandis que d'autres ont tiré

Tableau 4 : Rendements moyens du cacao (kg/ha) et données économiques (USD/ha) pour le projet SysCom, région d'Alto Beni, 2017-2019

	Monoculture biologique	Agroforesterie dynamique
Rendement en fèves de cacao sèches	1 170	590
Revenu, cacao	3 670	1 857
Revenu, cultures associées	0	1 498
Revenu total	3 670	3 355
Coûts	456	147
Coûts de main d'œuvre (jour/ha)	113	145
Revenu net par jour de travail	28	22

une part considérable de leurs revenus des cultures, ce qui indique le potentiel des systèmes agroforestiers dynamiques et polyvalents. Les parcelles agroforestières peuvent produire une gamme d'aliments destinés à la consommation et à la vente, contribuant ainsi à la diversification des revenus et à la résilience à long terme, à la sécurité alimentaire et à la souveraineté alimentaire. Toute une gamme de combinaisons possibles est envisageable : chaque système doit être adapté aux circonstances spécifiques, aux opportunités du marché et aux préférences de ceux qui y travaillent.

Atteindre la rentabilité économique – tout en maintenant une grande diversité d'arbres ligneux et d'espèces indigènes pour la conservation de la biodiversité, une régulation micro et macro climatique efficace, une régulation du cycle de l'eau et une séquestration du carbone – est une grande réussite. Ainsi, le « bonheur » – le bien-être et la satisfaction – de travailler sur un terrain diversifié et en harmonie avec la vie est souvent évoqué par les agriculteurs. L'importance des systèmes agroforestiers dans la résilience face au changement climatique et leur perception positive par les agriculteurs de la région ont également été démontrées (Jacobi *et al.* 2015).

En outre, les résultats montrent l'importance des bonnes pratiques telles que l'amélioration du matériel génétique et l'élagage des arbres compagnons, et démontrent qu'il existe un potentiel pour améliorer encore davantage l'efficacité de la gestion des systèmes agroforestiers dynamiques. Les acteurs de la région d'Alto Beni contribuent efficacement à ce processus, en proposant des services d'élagage et une assistance technique, comme la fourniture de semences et de plants d'espèces compagnes et de cacao sélectionné localement, ainsi qu'en investissant dans la recherche et la formation à long terme.

Enfin, pour la recherche et pour évaluer la performance économique des systèmes agroforestiers, il est important d'obtenir des données pluriannuelles et à long terme, car les systèmes agroforestiers représentent également un investissement pour les générations futures.

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions les agriculteurs qui ont partagé leurs expériences et leurs données avec nous, ainsi que Lukas Brönnimann pour la collecte de données sur les arbres à bois d'œuvre. Nous remercions également toute l'équipe SysCom ainsi que les donateurs du programme SysCom : Service de développement du Lichtenstein, Agence suisse du développement et de la coopération, Fonds de développement durable Coop et Fondation Biovision.

Références

- 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.s
- 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>.

Affiliations des auteurs

Johanna Rüegg, Institut de Recherche en Agriculture Biologique (FiBL), Suisse (johanna.rueegg@fibl.org)

Walter Yana, Producteur, Fundación Ecotop, Bolivie (w.yana@ecotop-consult.de)

Ascencia Yana, Producteur, Bolivie (w.yana@ecotop-consult.de)

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

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

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