

La contribución de la producción del cacao orgánico a la resiliencia socio-ecológica en el contexto del cambio climático en el Alto Beni – La Paz

The contribution of organic cocoa production to the socio-ecological resilience in the context of climate change in the Alto Beni - La Paz

Johanna Jacobi^{1,2}, Monika Schneider², María Isabel Pillco Mariscal³, Stephanie Huber¹, Simon Weidmann¹, Stephan Rist¹

¹Centro de Desarrollo y el Medio Ambiente, Universidad de Berna, Suiza.

²Instituto de Investigaciones para la Agricultura Orgánica, Frick, Suiza. ³Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

Johanna.jacobi@cde.unibe.ch

Resumen: El cultivo del cacao en pequeña escala, sustento básico de muchas familias del Alto Beni, es afectado por los impactos del cambio climático. Para el desarrollo sostenible, es necesario que las fincas adquieran resiliencia: la capacidad de un sistema para reducir su sensibilidad hacia factores de estrés y perturbaciones, manteniendo su productividad, capacidad auto-organizativa, de aprendizaje y adaptación al cambio. Investigamos las diferencias en la resiliencia entre las fincas orgánicas y no orgánicas de cacao, y los rasgos significativos que inciden en la resiliencia socio-ecológica de los sistemas agrícolas del cacao. Definimos indicadores de resiliencia con expertos locales y productores durante un taller y con grupos focales. Los indicadores de la capacidad de amortiguación fueron: materia orgánica de los suelos, densidad aparente del suelo, e infestación con *Moniliophthora perniciosa*, diversidad arbórea, diversidad de cultivos, hormigas y fuentes de ingresos de las familias productoras. Los indicadores de auto-organización fueron: afiliación a organizaciones productoras, nivel de subsistencia, rendimientos de cacao e ingreso familiar anual. La capacidad de adaptación se evaluó indagando la cantidad de capacitaciones en que participaron las familias y la cantidad de fuentes de información que poseían. Entrevistamos 52 hogares: 30 orgánicos, 22 no orgánicos. Las fincas orgánicas en el área eran más diversificadas y rendían más. El ingreso familiar anual de las fincas orgánicas era sustancialmente mayor al de las no orgánicas. Probablemente el mayor rendimiento se debió principalmente a que los productores orgánicos participaron

¹ Correspondencia: Johanna.jacobi@cde.unibe.ch. Dirección: Centre for Development and Environment, Hallerstrasse 10, 3012 Berna, Suiza.

en más capacitaciones debido a su pertenencia a las organizaciones locales. Concluimos que las organizaciones locales de agricultura orgánica contribuyeron a crear resiliencia proporcionando servicios de extensión mediante el establecimiento de parcelas, creación de capacidades y seguros sociales.

Palabras clave: Resiliencia social ecológica, *Theobroma cacao*, agricultura orgánica, biodiversidad agrícola, agroforestería.

Abstract: The cultivation of cocoa in small scale basic livelihood of many families in the Alto Beni, is affected by the impacts of climate change. For sustainable development, it is necessary to acquire farm resilience: the ability of a system to reduce sensitivity to stresses and shocks, maintain productivity, self-organizing, learning, and ability to adapt to change. We investigate differences in resilience between organic and non-organic cocoa farms, and significant features affecting the socio-ecological resilience of agricultural systems of cacao. We define resilience indicators with local experts and producers during a workshop and focus groups. Indicators damping capacity were: soil organic matter, soil bulk density, and infestation with pernicious *Moniliophthora*, tree diversity, crop diversity, ants and livelihoods of farming families. Indicators of self-organization were producing membership organizations, subsistence level income from cocoa and annual household income. Adaptive capacity was evaluated investigating the amount of training that families and the number of sources of information they had participated. We interviewed 52 households: 30 organic, 22 non-organic. Organic farms in the area were more diversified and performed better. The annual family income of organic farms was substantially higher than in non-organic. Probably the best performance was mainly due to organic producers participated in more training because of their membership in local organizations. We conclude that local organic farming organizations contributed to resilience by providing extension services by establishing plots, capacity building and social insurance.

Keywords: social ecological resilience, *Theobroma cacao*, organic agriculture, agricultural biodiversity, agroforestry

1 Los desafíos agrícolas en los márgenes de los bosques lluviosos de Bolivia

Se ha estimado que la deforestación y la transición de bosque a tierras de cultivo constituyen hasta el 20% de las emisiones de gas de invernadero a nivel mundial [1]. Aunque Bolivia sólo produce 0,05% de las emisiones de dióxido de carbono del mundo [2], los productores bolivianos a pequeña escala son afectados desmesuradamente por los impactos negativos del cambio climático mundial [3, 4]. De acuerdo a datos proporcionados por FAOSTAT para el año 2011, Bolivia tiene 56,9 millones de hectáreas de bosque, que corresponden a aproximadamente la mitad del territorio del país (www.faostat.fao.org). La deforestación y la extracción maderera se hallan incrementando rápidamente debido a la ausencia de medidas efectivas de regulación, en combinación con la expansión en el cultivo de la soya y

la ganadería [5, 6]. La intensificación agrícola, la deforestación y la ganadería intensiva llevaron a una severa erosión de los suelos y a la degradación de las tierras [7]. A la luz de esta situación, existe una necesidad urgente de desarrollar e implementar sistemas agrícolas que creen sinergias entre la producción alimentaria, los medios de vida sostenibles, servicios de ecosistema sostenibles y la adaptación al cambio climático [8]. Con la reducción de los recursos forestales y la biodiversidad, y el crecimiento continuo de materias primas agrícolas, se está exigiendo que las áreas agrícolas proporcionen más servicios de ecosistema, tales como mayor cantidad y calidad de rendimiento o fertilidad de los suelos. La situación requiere de sistemas de cultivo sostenibles modernos que hagan posible lograr una producción elevada y, simultáneamente, proporcione servicios ecosistémicos. Estos requerimientos pueden lograrse mediante sistemas de manejo orgánico eficientes y diversificados [8]. Los investigadores y las organizaciones de desarrollo están de acuerdo con que los sistemas agroforestales orgánicos— en otras palabras, sistemas orgánicos certificados manejados de acuerdo a los principios orgánicos y que involucran una elevada diversidad de árboles y cultivos bien adaptados — constituyen la mejor estrategia de producción agrícola cuando se trata de lidiar con ecosistemas frágiles, tales como los que se hallan en la región tropical de Bolivia. El árbol de cacao como cultivo perenne que se desarrolla bien en asociación con árboles de sombra podría ser un cultivo comercial apropiado para las áreas de uso comercial que se hallan en los márgenes vulnerables de los bosques lluviosos. Cuando son bien manejados, dichos sistemas agroforestales generan ingresos elevados y proporcionan muchos otros productos además de cacao. Al mismo tiempo, mantienen o incluso mejoran la fertilidad del suelo y juegan un rol importante en el contexto mundial del cambio climático por su potencial elevado de secuestro de carbono [9] lo cual, a su vez, tiene implicaciones para la materia orgánica de los suelos, la fertilidad de los suelos y la capacidad de retención de agua. Sin embargo, el cultivo del cacao en monocultivos y los cultivos dentro de la agricultura migratoria son también comunes en el Alto Beni así como en la mayor parte del mundo.

2 El área de estudio del Alto Beni

El Alto Beni es el área más importante del cacao cultivado (*Theobroma cacao*) en Bolivia. Se halla al pie del monte oriental de los Andes que se conoce como Los Yungas, entre 15°20'–15°55' S y 66°55'–67°33' W, y a una altura de 350–1800 msnm. Tiene un clima lluvioso-tropical con una precipitación anual de aproximadamente 1500 mm, con un período más seco en el invierno, entre mayo y agosto, y una temperatura media de aproximadamente 26°C [10, 11]. La vegetación consiste principalmente de bosques lluviosos secundarios y la región forma parte del foco de biodiversidad andino [12]. Las principales unidades del paisaje son

pendientes, terrazas aluviales y la planicie inundable del río Alto Beni. Como en muchas regiones tropicales, la frontera agrícola se mueve hacia el bosque lluvioso primario. Los Yungas son conocidos por sus cultivos tradicionales de coca que ahora se producen como monocultivos sobre pendientes empinadas, utilizando un elevado nivel de insumos agroquímicos. Otros patrones comunes de uso de tierras incluyen cultivos anuales tales como maíz y arroz, producidos a partir de agricultura migratoria así como cultivos semi-perennes y perennes, tales como plátanos, banana, papaya y cítricos producidos como monocultivos. El cacao es uno de los cultivos más comunes. Aproximadamente el 40% de las familias productoras de cacao del Alto Beni posee una certificación orgánica (El Ceibo, comunicación personal, 2012). Ambos sistemas agroforestales y monocultivos pueden obtener certificación orgánica, siempre y cuando no se apliquen agroquímicos. Los sistemas de producción de cacao generalmente se operan con un bajo nivel de insumos externos o ninguno (El Ceibo, comunicación personal, 2012). Las principales categorías de tenencia de tierra son los títulos de propiedad privados, los títulos de propiedad común de los grupos indígenas locales (TCO Mositén), y terrenos de propiedad estatal [13, 14]. El Alto Beni tiene una población total de aproximadamente 23.000 [13]. La mayoría de los habitantes son quechuas y aimaras del altiplano andino que comenzaron a poblar el Alto Beni en la década de 1960, bajo un programa de colonización gubernamental. Cada uno recibió títulos de propiedad de tierras de aproximadamente 12 hectáreas [11]. Aproximadamente 3.000 personas pertenecen al grupo indígena de los mosetén, a quienes se concedió un título de propiedad comunal que cubre aproximadamente la mitad de la región del Alto Beni [13]. También las familias mosetén venden parte de su producción de cacao a la central de cooperativas orgánicas de cacao, El Ceibo; esta producción viene principalmente de variedades autóctonas referidas como el Cacao Nacional Boliviano [15]. En el momento en que se realizaba esta investigación, muchos de ellos se hallaban en el proceso de hacer la transición hacia la agricultura orgánica. Además de los colonos andinos y los mosetén, los actores principales que influyen en los patrones de uso de tierra incluyen las cooperativas productoras y otras organizaciones productoras, algunos pocos grandes terratenientes, empresas madereras, ONGs externas, legisladores de nivel comunal y expertos de organizaciones internacionales de cooperación para el desarrollo. Algunas organizaciones del Alto Beni se encuentran asociadas con la Interinstitucional Alto Beni (IIAB) que, además de incorporar organizaciones locales, también incluye a la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) así como a organizaciones internacionales, como el Instituto Suizo de Investigaciones para la Agricultura Orgánica (FiBL). Los productores locales de cacao declaran que los principales desafíos en la producción del cacao son efectos del cambio climático como el incremento de las temperaturas, la sequías, inundaciones, así como también la aparición de nuevas enfermedades y los efectos que el incremento de

temperaturas ocasionan sobre su salud, muchas veces excediendo los 40°C entre septiembre a noviembre (El Ceibo, comunicación personal, 2009).

3 La central de cooperativas orgánicas de cacao El Ceibo

La Central de cooperativas El Ceibo es la principal organización de productores de cacao del Alto Beni. Fue fundada en 1977 para obtener mejores precios para el cacao al evitar a los intermediarios en la cadena de valor [10]. La central fue iniciada por los productores locales de cacao, pero ha recibido apoyo de instituciones internacionales de cooperación para el desarrollo. En el momento en que se realizó esta investigación, El Ceibo tenía aproximadamente 1300 familias miembro en 49 cooperativas y pre cooperativas. Todos los miembros poseían certificación orgánica o se hallaban dentro de la fase de transición de tres años. El Ceibo manejaba un banco de semillas forestales y un vivero, cultivaba cacao (variedades locales e introducidas) y, dos veces por semana, difundía un programa de radio que trataba cuestiones relacionadas al cultivo del cacao. Puesto que, por lo general, las plantaciones de cacao en el Alto Beni ya cumplían con los reglamentos básicos de la agricultura orgánica, la certificación era más un proceso formal. Los productores de cacao podían ingresar en una cooperativa o establecer una cooperativa nueva con al menos diez miembros, comprando una acción de El Ceibo. Algunas de las tareas adicionales que se recomendaron realizar en las fincas y que recibieron el apoyo de los servicios de extensión incluyeron la poda, el control de plagas y enfermedades y manejo de post-cosecha. El Ceibo alentó a la diversificación de las parcelas con especies de multiple uso y frutales con alto valor comercial. Siguiendo el ejemplo de El Ceibo, se fundó la asociación de productores bananeros Banabeni en el año 2002. Garming *et al.* [16] realizaron un sondeo de medios de vida en 2009 y hallaron que el 85% de las familias que participaban había mejorado sus ingresos. Estos y otros efectos positivos logrados por Banabeni en los medios de vida de los productores se atribuyeron a la gestión mejorada de post-cosecha y la creciente demanda de banana orgánica así como un incremento en los precios de la banana [16].

4 Necesidades investigativas y las metas de este estudio

La revisión bibliográfica de documentos que comparan el rendimiento de los sistemas de cultivo orgánicos con los convencionales hallaron que cambiar de un sistema de bajo uso de insumos (mismo que incluye muchos sistemas tradicionales) o un suelo degradado a prácticas de agricultura orgánica frecuentemente lleva a un incremento en el rendimiento [17-19]. En las plantaciones perennes, se halló que los rendimientos de los cultivos orgánicos eran menores que los de cultivos convencionales comparables, pero esto se compensaba con otros productos

derivados de sistemas agroforestales orgánicos [20]. También se documentaron bien los beneficios sociales de la agricultura orgánica [8]. Panneerselvam y Halberg [21] hallaron, que muchas veces se incrementa el capital humano entre las familias productoras dedicadas a la agricultura orgánica y que frecuentemente se mejoran los conocimientos y las capacidades de gestión. La conexión social entre los productores ha sido notado como un efecto positivo de la agricultura orgánica [22]. Sin embargo, los estudios de los impactos sociales de la agricultura orgánica permanecen incompletos [8, 23]. También se hallan vacíos en el conocimiento referido a los aspectos agroecológicos de la agricultura orgánica: aunque existen estudios a largo plazo referidos a los impactos agroecológicos de la agricultura orgánica en las zonas templadas, sólo pocos estudios examinaron los efectos de ésta en los agroecosistemas tropicales [8, 24]. En 2008, el Instituto Suizo para la Agricultura Orgánica (FiBL) inició una prueba de campo a largo plazo junto con El Ceibo, Ecotop, y la UMSA, con el propósito de proporcionar datos confiables referidos a la agricultura orgánica dentro de un ecosistema tropical comparando la fertilidad del suelo, la biomasa, aspectos de la biodiversidad y el rendimiento en las plantaciones de cacao orgánicas manejadas convencionalmente. Para ampliar esta visión con información socioeconómica desde la perspectiva del productor, evaluamos algunos de los mismos parámetros (de suelo y biodiversidad) y complementamos esta descripción agroecológica con una evaluación de las percepciones de los productores acerca de los potenciales y las limitaciones de la agroforestería y la certificación orgánica. Hicimos esto basándonos en un enfoque de resiliencia. El objetivo principal de este estudio fue evaluar el rol que tenía la certificación orgánica en la resiliencia socio-ecológica dentro de un contexto de cambio climático. La pregunta general de investigación que se exploró en este estudio se halla estrechamente relacionada al enfoque tomado por FiBL en su proyecto a largo plazo para la Comparación de los Sistemas Agrícolas en los Trópicos [25]²: ¿De qué manera contribuye la agricultura orgánica para la resiliencia socio-ecológica? Esta pregunta general se descompone en las siguientes preguntas de investigación más específicas:

1. ¿Qué impactos externos y posibles estrategias de adaptación consideran los productores de cacao son importantes y cómo pueden captarse dentro de una serie de indicadores de resiliencia?
2. ¿Difieren los indicadores de resiliencia entre las fincas de cacao orgánicas y no orgánicas y, si así fuera, cuáles son las diferencias principales?

² Las comparaciones de Sistemas Agrícolas a largo plazo de FiBL se guían por la siguiente pregunta de investigación: "¿qué puede contribuir la agricultura orgánica para el desarrollo sostenible?"

3. ¿Qué rol juega la certificación orgánica en la transición hacia sistemas de cultivo de cacao más resilientes?

5 Marco teórico

5.1 La resiliencia socio-ecológica y la resiliencia de la finca

Este estudio toma un enfoque de resiliencia para evaluar los sistemas agrícolas distintos de Alto Beni y el rol de la agricultura orgánica. El pensamiento del enfoque de la resiliencia facilita una perspectiva holística; ofrece la posibilidad de integrar los sistemas ecológicos y sociales y de enfocarse en las interacciones entre ellos [26-28]. Además, los enfoques de resiliencia se concentran en los aspectos positivos de un sistema en vez de la vulnerabilidad; por ejemplo, en la capacidad para lidiar con las amenazas naturales [29, 30]. La resiliencia se refiere a la capacidad que posee un sistema agrícola de reducir la sensibilidad hacia los factores de estrés y las perturbaciones, a tiempo de mantener su productividad, su capacidad para la auto-organización, para aprender y adaptarse al cambio [30, 31]. La resiliencia socio-ecológica ha sido descrita como estando compuesta de capacidad de amortiguación, auto-organización y la habilidad de construir capacidades para el aprendizaje y la adaptación [32, 33]. Milestad y Darnhofer [32] establecen el concepto de la resiliencia de la finca así como indicadores identificados de resiliencia en los sistemas agrícolas; y mostraron que estos indicadores corresponden con los principios básicos de agricultura orgánica de IFOAM. El concepto de la resiliencia de la finca se origina en el concepto de la resiliencia que se usa para describir la capacidad de los sistemas socio-ecológicos para adaptarse con éxito a los factores de estrés, reduciendo no sólo la vulnerabilidad a un factor, sino incrementando la resistencia ante varios factores de estrés, mientras que simultáneamente mantiene la productividad y el funcionamiento. En este estudio, adoptamos el concepto de la resiliencia de la finca; sin embargo, lo aplicamos a la totalidad de los sistemas de medios de vida de los productores, incluyendo no sólo sus sistemas agrícolas sino también las dinámicas que se dan fuera de la finca así como los ingresos, puesto que estas categorías frecuentemente se hallan estrechamente interrelacionadas. **La capacidad de amortiguación** se refiere a “la cantidad de cambio que un sistema puede atravesar mientras que mantiene sus funciones y estructuras dentro del mismo dominio de la estabilidad” [32, 33]. La resiliencia se logra reduciendo la sensibilidad del sistema a los factores de estrés – por ejemplo, cambio climático – e incrementando su habilidad para lidiar con los riesgos, impactos e incertidumbre [30]. Las características del sistema que incrementan la capacidad de amortiguación son fundamentalmente dotaciones, como bienes de los medios de vida y varios aspectos de diversidad, como ser cultivos así como flora y fauna silvestre [30]. Así, la capacidad de amortiguación

básicamente cubre la dimensión ecológica de la resiliencia [34]. **La auto-organización** se refiere a la capacidad del sistema de reorganizarse luego de una perturbación y de construir sus propias estructuras internas [33]. Los indicadores de auto-organización dentro de un sistema socio-ecológico incluyen varios aspectos de capital social, como ser redes, organizaciones comunales y cooperativas así como normas y reglas compartidas [35, 36]. El nivel de auto-organización también influye en el tercer componente de resiliencia de la granja – la capacidad que el sistema tiene para adaptarse y aprender – ya que esta capacidad frecuentemente es manejada por las organizaciones. **La capacidad de adaptación**, por su parte, ayuda a construir capacidad de amortiguación permitiendo al sistema aprender y adaptarse al cambio [32], basándose en la reorganización, absorción y gestión del conocimiento existente [37, 38]. Se mide por el estatus de y el acceso a recursos para los medios de vida, especialmente capital humano y algunos aspectos de capital social que ayudan a construir capacidades. Por ejemplo, la capacidad para aprender puede fortalecer la capacidad para implementar una estrategia de adaptación haciendo disponible el conocimiento necesario. El pensamiento de la resiliencia une el sistema medioambiental y el sistema social, divididos en dos debido a la comprensión humana inmersa dentro de los discursos científicos occidentales. Las percepciones de las interacciones entre seres humanos y la naturaleza se desarrollaron partiendo de la visión de que la “naturaleza afecta a la gente” hacia la perspectiva que postula que “la gente afecta la naturaleza” y hacia la noción de que la gente y la naturaleza interactúan [39]. Así, los conceptos se desarrollaron, pasando de la adaptación (reactiva) hacia la sostenibilidad (proactiva) hacia el pensamiento de la resiliencia (interactiva), donde la naturaleza y los humanos se consideran potencialmente, pero no necesariamente, como amenazas mutuas [39]. La resiliencia socio-ecológica hace énfasis en la reciprocidad entre la dinámica social y natural. Milestad [40:23] se refiere a la agricultura como un “interfaz entre humanos y el ecosistema” y afirma que la “resiliencia socio-ecológica se basa en teorías y estudios empíricos que describen las funciones y la dinámica de los ecosistemas”. Sobre esta base, el concepto de la resiliencia de la finca parece ser apropiado para evaluar sistemas agrícolas, pues constituyen tal interfaz socio-ecológica [40].

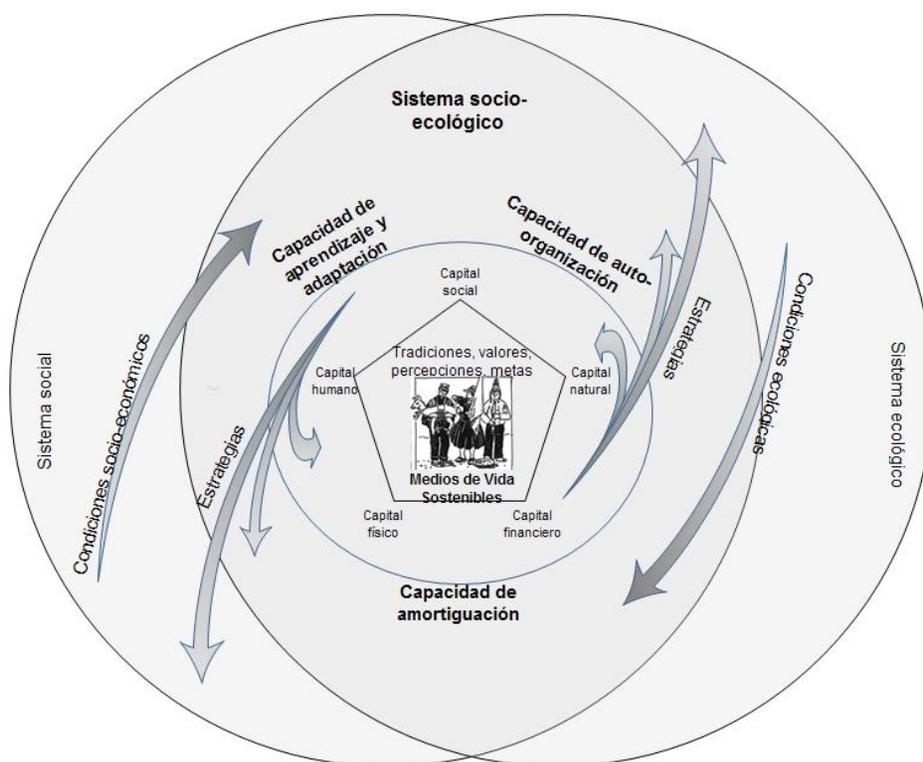


Figura 1: Marco teórico de la resiliencia socio-ecológica localizada en el interfaz del sistema social y el sistema ecológico. Los actores principales, en este caso una familia de productores, están en el centro del interfaz (dibujo [41]).

La Figura 1 conceptualiza los aspectos combinados de distintos enfoques y marcos que sirvieron para preparar esta investigación y analizar los datos. Los sistemas agrícolas se ven como el interfaz entre sistemas sociales y ecológicos [32], dado que partimos de esta visión de mundo dualista. Los actores en el centro desarrollan una estrategia de medios de vida no sólo de acuerdo a las influencias y sus recursos de medios de vida, sino también de acuerdo a sus tradiciones, percepciones, valores y metas (todos los cuales son dinámicos y se hallan sujetos al cambio, cf. [41-43]. Wiesmann [42] argumenta que los actores (en este estudio, las familias productoras) perciben los riesgos e impactos de las influencias ecológicas, socioculturales y económicas externas y desarrollan una estrategia de acción correspondiente; se entiende que una estrategia de acción es determinada por el relacionamiento entre actividades, la asignación de medios y el sentido subjetivo [43]; así, se mitigan los riesgos percibidos e intentan ganarse la vida con estas actividades [42]. La estrategia de acción de un actor influye en los impactos (por

ejemplo, mitigando el cambio climático) y construye o reduce la resiliencia socio-ecológica de un sistema. Los tres componentes principales de la resiliencia están vinculados a distintos recursos de los medios de vida o capitales, como se visualiza en la Figura 1: la capacidad de amortiguación se puede relacionar al capital físico, financiero y natural; la auto-organización y la capacidad de adaptación, tal como se usan en este estudio, se pueden relacionar al capital humano y social. Dado que la teoría de la resiliencia proporciona el trasfondo teórico principal de este estudio, resulta importante tener en mente un aspecto importante de esta teoría, en otras palabras, el hecho que la resiliencia no es necesariamente ventajosa, puesto que un sistema no deseable también puede ser altamente resiliente [32, 35, 44]. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [1] discutió la resiliencia (principalmente el aspecto referido a la capacidad de adaptación) dentro del contexto de la adaptación al cambio climático; en respuesta a ello, Muller et al. [44] señalan que la resiliencia también puede obstaculizar la adaptación en aquellos casos donde un sistema se halla en un estado de resiliencia no deseado y precisa transformarse. Sin embargo, si se combina un enfoque de resiliencia con un foco normativo referido al desarrollo sostenible y un entendimiento no estático de la resiliencia como una dinámica de adaptación y como funciones en lugar de estabilidad [31], se podría argumentar que la resiliencia es un prerrequisito importante para la sostenibilidad [28, 32]. La resiliencia puede, por ende, considerarse como el resultado de una estrategia de acción exitosa que tuvo éxito no sólo al reducir la vulnerabilidad a un factor, sino también incrementando la resistencia relevante y la capacidad de un sistema para adaptarse a varios factores externos críticos a tiempo de mantener la productividad y el funcionamiento.

5.2 El rol de la agrobiodiversidad para la resiliencia y la adaptación al cambio climático

Se reconoce ampliamente que la agrobiodiversidad contribuye a la resiliencia no sólo de los ecosistemas, sino también de los sistemas socio-ecológicos, por ejemplo, fortaleciendo el conocimiento agrícola endógeno [30, 45-48]. También se asume que la agrobiodiversidad juega un rol importante en la adaptación de sistemas agrícolas en pequeña escala al cambio climático [19, 45, 49, 50]. La conservación *in situ* de una diversidad de recursos genéticos es crucial a la resiliencia del ecosistema y la mitigación del riesgo por varios motivos: ayuda a mantener la fertilidad del suelo; facilita un manejo más efectivo de plagas y enfermedades y reduce la vulnerabilidad del sistema a pérdidas en rendimiento y la fluctuación de precios de mercado [19, 20, 46, 50]. Los usos directos de la agrobiodiversidad incluyen la diversidad alimentaria y la disponibilidad de diversos productos para el auto consumo, lo cual reduce el riesgo de malnutrición [51, 52]. Es más, contar con una gama diversa de productos ayuda a los productores a enfrentar tiempos en los que la producción es escasa, puesto que pueden generar

recursos financieros vendiendo o cambiando estos productos mediante el trueque. Los usos indirectos de la agrobiodiversidad incluyen una menor dependencia en el alza de los precios de insumos externos, así como una reducción general de los riesgos que se basan en el cultivo simultáneo de plantas con distintos requerimientos agroecológicos [50]. Esto incrementa las posibilidades que tienen los productores de compensar las pérdidas debido al fracaso de un cultivo particular con el rendimiento derivado de otros cultivos. La diversificación agrícola tiene muchas implicaciones: éstas se describen con más precisión desde una perspectiva holística, tal cual propone el enfoque de la resiliencia.

5.3 La agricultura orgánica en Bolivia

En el año 2011, la cantidad total de tierras manejadas orgánicamente en Bolivia llegaba a 32.710 ha, excluyendo las zonas de recolección silvestre. Con 785.453 ha en 2011, Bolivia se hallaba entre los 10 países con el porcentaje más elevado de áreas de recolección silvestre de castaña (*Bertholletia excelsa*). El cacao orgánico se cultivaba en 8.255 ha [53]. Otros cultivos certificados importantes en Bolivia además de la castaña y cacao son el café (*Coffea spp.*), la quinua (*Chenopodium quinoa*), el amaranto (*Amranthus spp.*) y la kaniwa (*Chenopodium pallidicaule*). Con el surgimiento de cada vez más productos orgánicos, las organizaciones de productores crearon la Asociación de Organizaciones de Productores Ecológicos de Bolivia AOPEB en 1991 para facilitar la certificación, la comercialización y la exportación de sus productos [54]. Desde 2006, la agricultura orgánica se ha incluido oficialmente en la legislación estatal que se basa en una ley nacional para la regulación y la promoción de la agricultura orgánica y productos forestales no maderables [55]. En 2012, Bolivia aprobó un sistema participativo de garantías (SPG) que facilita la garantía de calidad de los productos orgánicos y la apertura de mercados al nivel nacional. Vildoza [55] declara que Bolivia exporta más de 12,000 toneladas de productos orgánicos por 25 millones de dólares anualmente. Los principales destinos de estas exportaciones son la UE, los EEUU y el Japón, pero las exportaciones dentro de Latinoamérica están aumentando [55]. Los certificadores más importantes de Bolivia son IMO control, Biolatina, y Bolicert. El mercado doméstico de plantas medicinales, fruta, musli y productos similares es importante, así como el programa del desayuno escolar que proporciona a los niños de escuela de varios municipios con alimentos orgánicos, como banana [16]. Existe un contraste tajante entre los productores orgánicos en pequeña escala en distintas partes de Bolivia y el cultivo de soya en gran escala alrededor de la aglomeración de Santa Cruz de la Sierra en el sur del país [14]. La soya es el cultivo de exportación no orgánico más grande de Bolivia y la mayoría de ésta se halla genéticamente modificada para resistir el glifosato. El cultivo en gran escala de la soya transgénica proporciona un elevado nivel de ganancias para pocos individuos y lleva a una pérdida de empleo en la agricultura: de acuerdo a Pacheco [56], los beneficios de la

tala de bosques para el cultivo de soya en Bolivia generaron ganancias para menos de 1000 productores así como algunos procesadores y exportadores. Un sistema especial de cultivo orgánico que se halló en el área de estudio es el sistema agroforestal sucesional (Figura 2). Este sistema se basa en el entendimiento y el uso de la dinámica de la sucesión natural [57]. Durante el proceso de la acumulación de biomasa y la diversificación de especies, cada especie ayuda a optimizar las condiciones para las siguientes especies. Los árboles y cultivos se pueden agrupar de acuerdo a su ciclo de vida en especies pioneras, secundarias y primarias. Dentro de los sistemas agroforestales sucesionales donde el cacao es el cultivo principal, el proceso de sucesión frecuentemente se inicia con arroz y/o maíz en combinación con yuca y frijol de palo (*Cajanus cajan*). A estos cultivos pronto les siguen otros como plátanos y/o bananas (*Musaceae*) y/o papaya (*Carica papaya*), y luego piña (*Ananas comosus*) e *Inga* spp. A la sombra de estas especies, las especies forestales primarias, como el cacao y la mara (*Swietenia macrophylla*), pueden crecer a un ritmo menor, convirtiéndose en el sistema dominante luego de 10-15 años. Esto asegura que, en los primeros años, antes de que la especie primaria se haga productiva, el productor puede cosechar cultivos de las especies pioneras y secundarias. Además, el elevado grado de agrobiodiversidad proporciona un número de servicios medioambientales. La gestión incluye una poda regular y el desmalezado selectivo. Las plagas y enfermedades se consideran indicadores de manejo incorrecto. La implementación correcta de este sistema de cultivo puede resultar en un elevado rendimiento para una variedad de cultivos con mínimo o ningún insumo externo [58-61]. Los sistemas agroforestales sucesionales también son implementados en otras regiones y ecosistemas de Bolivia. La red de iniciativas agroforestales de Bolivia, ECOSAF (www.ecosaf.org) sostiene actividades en el nivel comunal alrededor de la ciudad de Cochabamba y el departamento de Norte Potosí en la zona semi árida. Cada dos años, organiza un congreso nacional agroforestal. Ecotop (www.ecotop-consult.de), una organización especializada en la consultoría agroforestal, también implementa sistemas agroforestales sucesionales para el cultivo de la coca (*Erythroxylum coca*) en Los Yungas, donde la coca se cultiva usualmente como monocultivo en pendientes empinadas, lo cual ocasiona una severa erosión de los suelos.



Figura 2: El monocultivo del cacao y el sistema agroforestal sucesional ([73], Foto: FiBL 2001)

6 Enfoque y métodos de investigación

6.1 La organización de las actividades de investigación

El muestreo y el procesamiento de los datos se llevaron a cabo desde octubre de 2009 hasta diciembre 2011, en Alto Beni. Fui asistido por ocho estudiantes de Bolivia y Suiza de la Facultad de Agronomía, de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), La Paz; del Instituto de Ecología, UMSA, La Paz; del Centro de Levantamientos Aeroespaciales y Aplicaciones SIG (CLAS), Universidad Mayor de San Simón (UMSS), Cochabamba; y del Centro para el Desarrollo y el Medioambiente (CDE), de la Universidad de Berna. Juntos, recolectamos datos referidos al suelo, biomasa y biodiversidad y dos estudiantes analizaron un

escenario mundo del área de estudio (10 de agosto, 2010) que fue proporcionado libre de costo por DigitalGlobe. La iniciativa Planet Action nos proporcionó el programa de análisis de imágenes satelitales eCognition. Otros temas que estuvieron a cargo del trabajo de los estudiantes fueron la biomasa de superficie, la diversidad de especies de hormigas, la cantidad de raíces finas y realizar una evaluación de los medios de vida de las familias productoras de cacao. La investigación de campo se realizó en tres pasos:

1. la evaluación de los impactos del cambio climático desde la percepción de los productores de cacao, así como sus estrategias de adaptación mediante discusiones de grupos focales y un taller participativo con productores de cacao; identificación de los indicadores de resiliencia agroecológica.
2. la evaluación y comparación de la resiliencia del agroecosistema en distintos sistemas agrícolas mediante el muestreo de suelos y biodiversidad y rendimiento de cacao en 15 parcelas de cacao ubicadas en distintas fincas.
3. la evaluación socioeconómica del cultivo orgánico y no orgánico de cacao mediante entrevistas y observación participativa; la comparación de resiliencia en fincas de cultivo de cacao orgánico y no orgánico y evaluación del rol de la certificación orgánica en la transición del monocultivo hacia la agroforestería diversificada.

6.2 Definiendo indicadores de resiliencia

La teoría de la resiliencia fue operativizada aplicando el enfoque de resiliencia desarrollado por Milestad y Darnhofer [32]. Este enfoque involucra la evaluación de indicadores en el nivel de la finca. Una de las metas de este estudio era definir los indicadores relevantes para los productores locales que ellos pudiesen usar para lidiar con los impactos del cambio climático y construir resiliencia. Definir este tipo de indicadores requirió, primero, descubrir qué impactos los productores locales consideraban que eran relevantes. Por ello, uno de los pasos iniciales consistió en evaluar cómo los productores perciben las tendencias e impactos del cambio climático y cómo traducen sus percepciones en nuevas prácticas de manejo [38, 62, 63]. Esto requirió de un enfoque como el que se usa en una investigación transdisciplinaria, es decir, considerando el conocimiento generado por distintos grupos de actores [42, 64, 65]. En este caso, combinamos datos climáticos científicos y predicciones oficiales con las percepciones y las experiencias de productores en Alto Beni [66]. Anim-Kwapong y Frimpong [67] propusieron una serie de métodos para evaluar las percepciones de los productores de cacao acerca de los impactos del cambio climático sobre el cultivo de cacao en Ghana. Estos métodos incluyen discusiones de grupo de foco y entrevistas de informantes clave con distintas partes interesadas. Usamos esta metodología para definir indicadores de resiliencia agroecológica o capacidad de amortiguación. Durante un estudio

preliminar que se llevó a cabo durante cinco semanas en 2009, definimos influencias externas críticas de la producción del cacao mediante entrevistas a expertos y tres discusiones de grupo de foco con entre 9 a 11 productores de cacao en distintas partes del área de estudio [método: 68, 69]. Los impactos del cambio climático y las estrategias de adaptación desde la perspectiva de los productores de cacao fueron evaluados en mayor profundidad en un taller con 30 productores de cacao, siguiendo una metodología interactiva para la evaluación participativa de riesgos y posibilidades de adaptación, como lo propuso el Programa para los Medios de Vida y la Agroforestería, en Nepal (Livelihood y Forestry Program, LFP [70]). En el taller compilamos una línea de tiempo de eventos medioambientales que recordaban los participantes, comenzando con el evento más temprano que pudiesen recordar. Se visualizó el tiempo como una línea larga sobre el suelo, marcada con fechas, y los participantes se pararon sobre la línea en el lugar apropiado y describieron el evento que recordaban, tal como describe LFP [70] en la metodología. En el segundo paso, ellos determinaron qué recursos de los medios de vida fueron afectados por estos eventos para compilar posibles estrategias de adaptación; en un tercer paso, incluyeron las estrategias que ya habían implementado así como estrategias que no implementaron pero que consideraban adecuadas. Luego de este proceso, extrajimos indicadores de resiliencia de las estrategias sugeridas y propiedades deseables de las fincas de cacao que mencionaron los productores de cacao. Los indicadores resultantes fueron: materia orgánica del suelo, densidad aparente del suelo, diversidad arbórea, diversidad de cultivos y la diversidad de especies de hormigas, rendimiento de cacao y la infestación de árboles de cacao con escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*). Estos indicadores luego se consolidaron a partir de una revisión de la literatura pertinente. Añadimos los indicadores referidos al ingreso familiar anual, el número de distintas fuentes de ingreso, el nivel de subsistencia (porcentaje de alimentos consumidos que fueron producidos en la finca), la afiliación a las organizaciones productoras locales, la participación en cursos sobre cultivo de cacao y el número de fuentes de información que tenía cada familia.

6.3 Muestreo de parcelas

En lo referido a los datos agroecológicos, decidimos no comparar directamente las parcelas orgánicas y no orgánicas porque hallamos monocultivos y sistemas agroforestales tanto entre parcelas certificadas como no certificadas de cacao. Todas las parcelas de cacao eran manejadas sin el uso de agroquímicos, así que también fue posible obtener una certificación orgánica para los monocultivos. Sin embargo, notamos que existía una tendencia entre los productores de practicar la agroforestería – todas las parcelas agroforestales sucesionales que se hallaron eran parcelas orgánicas certificadas – mientras que los productores no orgánicos tendían a cultivar su cacao en monocultivos. A pesar de estas tendencias, la complejidad de

la situación hizo necesario comparar no sólo las parcelas orgánicas y no orgánicas, sino también cuatro distintos agroecosistemas. 1) monocultivos de cacao, 2) sistemas agroforestales simples, 3) sistemas agroforestales sucesionales y 4) barbecho como control [73]. Basándose en este diseño, seleccionamos granjas de cacao para el muestreo de parcelas de acuerdo a la complejidad ecológica del sistema de cultivo (monocultivo, sistema agroforestal simple y sistema agroforestal sucesional) y su ubicación en la terraza aluvial del río. Se instaló una parcela de muestreo de 48 x 48 en la plantación principal de cacao de cada finca, lo cual resultó en siete parcelas de monocultivo, cuatro parcelas agroforestales simples, cuatro parcelas agroforestales de sucesión y tres parcelas en barbecho. Cada parcela se subdividió en cuatro subparcelas de 24 x 24 para lograr una media para cada indicador para toda la parcela. La profundidad de la materia orgánica de suelos visible se midió con un perfil de suelos y se sacó un muestreo de la densidad aparente del suelo con cilindros de metal y luego se llevó el material al laboratorio (Instituto de Ecología, UMSA La Paz). Para evaluar los aspectos referidos a la biodiversidad, determinamos las especies de árboles de sombra en las mismas parcelas. Se tomaron muestras de las especies de hormigas en el nivel de la parcela en seis muestras de follaje por parcela de muestreo, y se recurrió a un entomólogo del Instituto de Ecología para identificarlas. Se evaluó la infestación de árboles de cacao con *Moniliophthora perniciosa* contando el número de infestaciones en 10 árboles en el centro de cada parcela. Se determinó el rendimiento del cacao contando las mazorcas de cacao > 5cm en 10 árboles en el centro de cada parcela y se trianguló esto con la información de las entrevistas. Para obtener una descripción detallada de estos métodos, véase [66].

6.4 Entrevistas con productores de cacao y extensionistas

Para obtener información acerca de cómo la certificación orgánica influye en la resiliencia socio-ecológica y la implementación agroforestal, se llevaron a cabo entrevistas semi estructuradas abiertas con familias en 52 fincas con certificación orgánica (n = 30) y sin certificación orgánica (n = 22). Las fincas elegidas se hallaban en cuatro poblaciones en distintas partes de la región de Alto Beni. Se entrevistaron a todos los productores de cacao disponibles y dispuestos a participar. En las entrevistas, encaramos la cuestión referida a los motivos por los cuales la familia obtuvo o no obtuvo la certificación orgánica y se preguntó qué entendían por agricultura orgánica. Luego, notamos todas las variedades de cultivos producidos en la finca y su uso. Luego continuamos preguntando acerca del ingreso familiar anual así como las fuentes de ingreso familiares derivadas de actividades fuera de la granja, nivel de subsistencia, participación en cursos de cultivo de cacao, fuentes de información y afiliación a las organizaciones productoras. Cada entrevista duró entre una a tres horas. Los entrevistados tuvieron la oportunidad de explicar y hablar en profundidad acerca de las cuestiones que consideraban

importante en cada tema. La información así obtenida se tomó en cuenta como información cualitativa durante el procesamiento de datos. Se realizó una observación participante siguiendo a Martin [71] con 15 familias de la muestra. Se compartió el trabajo diario con cada familia por un lapso de entre uno a tres días, lo cual implicó cosechar y fermentar cacao, así como secar las pepas de cacao. Cada día se analizaron actividades para capturar el conocimiento y las prácticas específicos de la familia en lo referido al manejo de las parcelas de cacao. Discutimos el concepto del término “agricultura orgánica”, el sentido de formar parte de una organización local de productores, como una cooperativa y los cambios que se dieron en la comunidad debido al surgimiento de estas organizaciones. También se discutieron experiencias con y el interés en la agroforestería. Asimismo, realizamos cinco entrevistas a expertos a los representantes y consultores agrícolas de las organizaciones productoras locales para complementar la información obtenida de las entrevistas. Preguntamos acerca de los patrones de cultivo de cacao en la región, las actividades de las organizaciones locales, los proyectos agroforestales y la adopción de sistemas agroforestales.

6.5 Análisis de datos

Se procesaron los cuestionarios de las entrevistas usando el análisis cualitativo de contenido [72]. Las discusiones y conversaciones ocurridas durante la observación participativa se registraron y posteriormente transcribieron. Se anotaron las declaraciones de los grupos focales: por ejemplo, “el cambio climático afecta los árboles de cacao con sequías”, o “los árboles son importantes en la plantación de cacao para que podamos trabajar en la sombra”. Estas declaraciones luego se agruparon en categorías y se evaluaron de acuerdo al número de menciones. También se anotaron y procesaron de esta misma manera aquellas declaraciones referidas a indicadores de resiliencia agroecológica como “la materia orgánica de los suelos es importante para la capacidad de retención de agua del suelo”. La línea de tiempo del taller con los productores de cacao se procesó para obtener un gráfico, al agrupar declaraciones similares dentro de una categoría. Se agruparon estrategias de adaptación de acuerdo al número de menciones. Se categorizaron e interpretaron las cuestiones referidas los medios de vida, a las influencias externas y declaraciones referidas al desarrollo de estrategias y la toma de decisiones de acuerdo al marco conceptual presentado en la Figura 1. Se realizaron pruebas estadísticas de los datos cuantitativas para hallar diferencias significativas utilizando ANOVAs unidireccionales usando la certificación orgánica o la no certificación representando la variable explicativa y los indicadores de resiliencia representando las variables de respuesta. Allí donde los datos se analizaron de acuerdo a los tres sistemas de cultivo (monocultivos, sistema agroforestal simple y sucesional como variables explicativas), realizamos pruebas

Tukey post hoc. Las asunciones de modelo se revisaron visualmente (Q-Q normal, Tukey-Anscombe y gráficos jitter). En caso de una distribución no normal (prueba de normalidad Shapiro-Wilk), se realizaron pruebas de suma de rangos no paramétricas Kruskal-Wallis y, como pruebas post hoc, se realizaron sumas de rango Wilcoxon. Se calcularon pruebas estadísticas usando la versión 2-14 del programa estadístico de fuente abierta R.

7 Resultados

Pregunta de investigación 1: ¿Qué impactos externos y posibles estrategias de adaptación consideran los productores de cacao son importantes y cómo pueden captarse dentro de una serie de indicadores de resiliencia?

Las discusiones de grupos focales y el taller demostraron que los productores percibían los impactos como el incremento de calor, las sequías y las inundaciones como los problemas principales que afectaban el cultivo del cacao y sus condiciones de trabajo, y que atribuían estos impactos al cambio climático mundial. La percepción de que la temperatura se había incrementado concordaba con los datos climáticos de la comunidad de Sapecho, que demostraba que las temperaturas extremas habían subido de un máximo de 37 - 39°C en los años 1960s a 40 - 42°C en la década de 1990 [66]. Entre las mejores estrategias para reducir tales efectos negativos, los productores mencionaron el incremento en la materia orgánica en los suelos, plantación de más árboles, el fortalecimiento de la agrobiodiversidad diversificando la producción, y el control de plagas y enfermedades a través de prácticas mejoradas de manejo. Los indicadores que describen los aspectos agroecológicos de la resiliencia (principalmente la capacidad de amortiguación) fueron los que se recogieron en los muestreos de las parcelas (véase “Métodos”, arriba). Se consideró que la materia orgánica de los suelos es importante para retener la humedad en el suelo (así como una baja densidad de volumen) y para hacer que el suelo sea más fértil; su distribución se puede ver en un perfil de suelo (horizonte Ah). Se consideró que la riqueza de especies arbóreas era importante para mantener o restaurar la fertilidad y humedad de los suelos, para obtener distintos productos y debido a que los árboles proporcionan sombra para poder trabajar. Se mencionó que la diversidad de cultivos era importante para desconcentrar el riesgo de fracaso de un cultivo y distribuirlo a través de la diversidad de cultivos y porque ayuda a proporcionar ingresos a lo largo del año. Se consideraba que la diversidad de especies de hormigas era señal de fauna silvestre y el funcionamiento del agroecosistema. El rendimiento del cacao era visto como un indicador de la fertilidad de suelo y del manejo exitoso de la parcela. La infestación con *M. pernicioso* también era considerada como un indicador importante de

resiliencia del agroecosistema, ya que esta enfermedad de hongos ocasionó severas pérdidas en el pasado [66].

Pregunta de investigación 2: ¿Difieren los indicadores de resiliencia entre las fincas de cacao orgánicas y no orgánicas y, si así fuera, cuáles son las diferencias principales?

La mayoría de los indicadores de la capacidad de amortiguación, auto-organización y capacidad de adaptación demostraron tener valores más favorables en las fincas orgánicas que en las no orgánicas. Las diferencias más grandes se notaron en la diversidad de las especies arbóreas, la infestación con *M. pernicioso*, la afiliación a organizaciones productoras y la participación en cursos sobre cultivo de cacao. Estas diferencias eran altamente significativas ($p < 0,01$), y todos los indicadores eran mayores en las granjas orgánicas, con excepción de la infestación con *M. pernicioso* y el número de distintas fuentes de ingreso y la densidad aparente del suelo que eran mayores en las granjas no orgánicas. La diversidad de las especies de hormigas, la profundidad visible de la materia orgánica en los suelos, el rendimiento del cacao y el ingreso familiar anual (52.711,4 Bs en las fincas orgánicas y 42.310,8 en las no orgánicas) eran significativamente mayores en las fincas orgánicas ($p < 0,05$). El precio para el cacao orgánico era más alto en más que 40% que para el cacao no orgánico. La densidad de masa del suelo, la diversidad de cultivos, el número de distintas fuentes de ingreso, el nivel de subsistencia y el número de fuentes de información no difirieron significativamente.

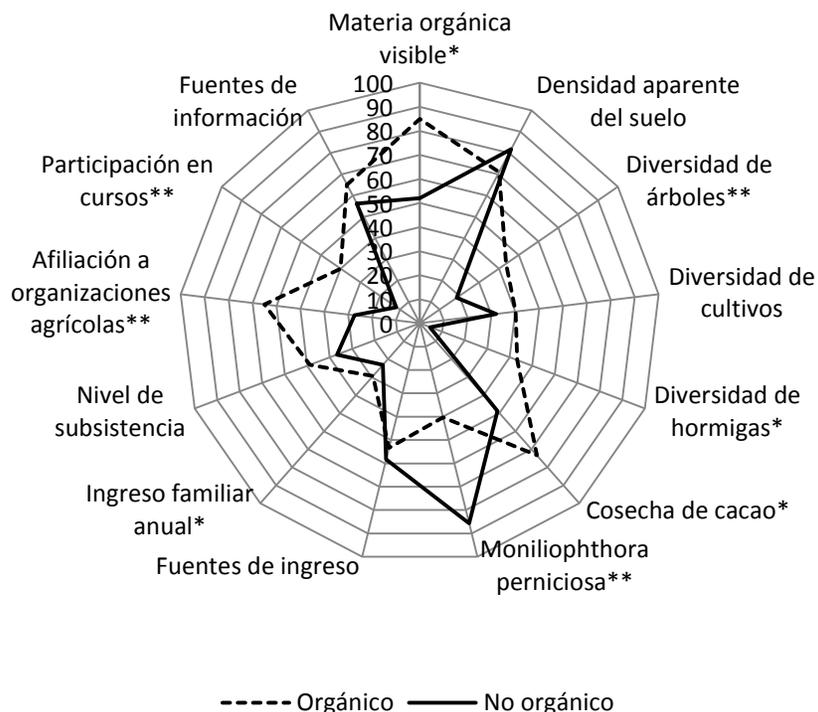


Figura 3: Los indicadores de resiliencia para las fincas orgánicas y no orgánicas en Alto Beni. Los parámetros se hallan estandarizados. 100% se refiere al valor más elevado hallado en una finca. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$, sin asterisco: No es significativo ($p > 0,05$).

Las diferencias en los indicadores agroecológicos se hacen más pronunciadas cuando las parcelas orgánicas se subdividen en parcelas agroforestales simples y parcelas agroforestales sucesionales. El número de especies arbóreas promedió 28,8 en las parcelas agroforestales sucesionales, 19 en parcelas agroforestales simples y 0,8 en monocultivos; ambos sistemas agroforestales difirieron significativamente de los monocultivos pero no entre ellos. La materia orgánica visible llegó a niveles más profundos en los agroforestales simples pero no difirió significativamente de los agroforestales sucesionales. La densidad aparente del suelo fue menor en los agroforestales simples y más elevada bajo monocultivos, sin ser significativamente diferente. En lo referido a la densidad aparente del suelo, resulta importante señalar que los monocultivos se habían instalado en suelos fértiles y al menos dos de los productores orgánicos habían instalado su sistema agroforestal en un suelo degradado con la intención de restaurarlo. Dado que no tenemos información de

años previos acerca del contenido de materia orgánica en los suelos muestreados, no podemos extraer conclusiones de este resultado. La diversidad de las especies de hormigas era de 8,3 en las parcelas agroforestales sucesionales, 4,0 en las parcelas agroforestales simples y 0,8 en monocultivos; la diferencia entre los agroforestales sucesionales y los monocultivos era significativa ($p < 0,05$). La diversidad de las especies de hormigas correlacionó significativamente con la diversidad de tres especies ($r^2 = 0,74$, $p < 0,05$). La infestación de los árboles de cacao con *M. pernicioso* fue significativamente menor en los sistemas agroforestales sucesionales que en los sistemas agroforestales simples y en monocultivos ($p < 0,05$ entre todos los sistemas). Los rendimientos anuales promediaron 11,1 quintales ha^{-1} bajo los sistemas agroforestales sucesionales, 9,5 quintales ha^{-1} bajo agroforestal simple y 7,6 quintales ha^{-1} en monocultivos. Sin embargo, estas diferencias no eran significativas. Los árboles de sombra fueron mencionados como un componente importante por casi todas las familias entrevistadas: 28 productores orgánicos y 20 no orgánicos afirmaron que una diversidad de árboles bien adaptados era clave para obtener sistemas de cultivo de cacao más resilientes porque crean sombra y temperaturas equilibradas, lo cual también es importante para las condiciones de trabajo, para reducir la presión de las plagas y proporcionar una diversidad de productos (madera, fruta, forraje, material de construcción, medicina natural y plantas ornamentales, entre otros). Sin embargo, la mayoría de los productores no orgánicos había hecho muy poco para diversificar sus parcelas de cacao con árboles de sombra, aunque la mitad de ellos reportó que había planeado hacerlo. Cuatro de ellos esperaban que el rendimiento del cacao fuese menor en los sistemas agroforestales que en los monocultivos, una asunción que no fue apoyada por nuestros hallazgos. Lo interesante es que los productores reportaron menos especies arbóreas en las entrevistas de lo que hallamos realmente en las parcelas: mientras que los productores orgánicos mencionaron un promedio de 4,4 especies arbóreas y los productores no orgánicos un promedio de 1,9 especies arbóreas, identificamos una diversidad de especies arbóreas promedio de 22,6 en las parcelas orgánicas de cacao y 2,6 en las parcelas de cacao no orgánico. Ambas diferencias fueron significativas. Las especies arbóreas mencionadas más frecuentemente fueron: *Swietenia macrophylla* (mara), *Amburana cearensis* (roble), *Centrolobium ochroxylum* (huasicucho, todas éstas son especies de madera de elevado valor), *Persea americana* (palta) y *Bactris gasipaes* (chima). En las parcelas, los árboles que hallamos más frecuentemente fueron *Leucaena leucocephala* (especies que fijan nitrógeno y se usan para acelerar la restauración de los suelos), *Piper angustifolium* (sucesión natural), *Amburana cearensis*, *Attalea phalerata* (motacú, una palmera frutal de sucesión natural donde además todas las demás partes de la planta se usan tradicionalmente para la construcción y la medicina), *Inga spp.* (pacaí, un árbol frutal, que fija nitrógeno y acumula biomasa) y *Swietenia macrophylla*. Estas especies constituyeron el 45,2% de la abundancia total de árboles de sombra. El elevado valor de las especies madereras

Schizolobium amazonicum (toco blanco), *Centrolobium ochroxylum*, *Amburana cearensis*, *Swietenia macrophylla*, *Juglans boliviana* (nogal) constituyeron el 22% de la abundancia total de árboles de sombra. Los productores trajeron los plantines arbóreas de un vivero (por ej., el que se encontraba en El Ceibo) o las produjeron ellos mismos. Trajeron las semillas del banco de semillas forestales de El Ceibo o las recogieron ellos mismos. El manejo de árboles de sombra era muy difícil para muchos productores de cacao porque carecían del equipo necesario para podar. Los miembros de El Ceibo recibieron apoyo para podar y otras organizaciones agrícolas también proporcionaron asistencia técnica. Sin embargo, las entrevistas indican que todavía existía una falta en este tipo de apoyo [73]. La diferencia significativa en el rendimiento de cacao ($p = 0,0421$) entre fincas orgánicas y no orgánicas de cacao fue sorprendente, puesto que varios entrevistados habían reportado que los rendimientos de cacao eran menores en la agroforestería y ocho productores expresaron que los monocultivos eran más convenientes puesto que producían elevados rendimientos de cacao a corto plazo. Otra asunción frecuentemente expresada era que los rendimientos anuales de las fincas orgánicas eran menores que en las no orgánicas. El análisis estadístico de nuestros datos también demostró que esta asunción también era errada: a 11 quintales ha^{-1} , el rendimiento anual del cacao en las fincas orgánicas se hallaban en un rango por encima del promedio mundial (10,3 quintales ha^{-1} de acuerdo a datos FAOSTAT para el 2010), mientras que el rendimiento de las fincas no orgánicas eran considerablemente menores que el del promedio mundial a 6,6 quintales ha^{-1} . Sin embargo, vale la pena señalar que estos rendimientos se lograron sin insumos externos tales como fertilizantes.

Pregunta de investigación 3: ¿Qué rol juega la certificación orgánica en la transición hacia sistemas de cultivo de cacao más resilientes?

Tanto la diversidad de árboles de sombra como los rendimientos de cacao se hallaban estrechamente relacionados con la pertenencia a organizaciones productoras locales (tales como El Ceibo, cooperativas de cacao orgánico o proyectos Ecotop). Estas organizaciones proporcionaron tanto la creación de capacidades en el cultivo de cacao y el manejo agroforestal, así como apoyo técnico en el manejo de sistemas agroforestales. Por ello, no resulta sorprendente que el incremento en la implementación agroforestal y en el rendimiento del cacao se relacionaba fundamentalmente a la pertenencia a tales organizaciones. La motivación principal para unirse a una organización local de productores era obtener la certificación orgánica; la organización, entonces, proporcionaba asistencia para la creación de capacidades y asistencia técnica para el cultivo del cacao. Por ejemplo, El Ceibo alentaba la diversificación de parcelas con especies arbóreas de múltiples usos y, por ello, jugaba un rol importante para promover la agroforestería en la región. Las entrevistas indican que la motivación de los productores para participar en el proceso de certificación se encontraba muy

fortalecida por su interés en la creación de capacidades y el conocimiento técnico. De la misma manera, hallamos que la certificación puede entenderse como un proceso social en el cual las prácticas de manejo son compartidas y transmitidas entre productores de cacao. Todos los productores orgánicos de nuestra muestra, salvo dos, se hallaban afiliados a una cooperativa o a otra organización local de productores y mencionaron la solidaridad y el apoyo mutuo de los miembros de la cooperativa como el cambio principal inducido por el surgimiento de las cooperativas, además del mayor precio del cacao. El apoyo proporcionado por las organizaciones productoras fue mencionado frecuentemente como uno de los aspectos positivos de la membresía; Por ejemplo, los miembros de El Ceibo no sólo se beneficiaban de la creación de capacidades y la asistencia técnica, sino también de obtener alguna seguridad social, como ser el apoyo financiero en caso de enfermedad.

“Me siento como una parte de un cuerpo. Me siento fuerte, nos dan apoyo, trabajo y becas para los hijos, apoyan cuando uno se enferma, no nos dejan caer. Nos sentimos mejor y más seguro. Me puedo morir y apoyarán a mi familia. Me siento más tranquilo” (productor de cacao orgánico, El Ceibo).

Bebbington et al. [74] observaron los efectos de beneficio de El Ceibo en la región de Alto Beni, como ser un incremento general en los precios del cacao, una mayor integración de mercado de la región, la creación de empleos, el desarrollo de la infraestructura e instalaciones de transporte, así como el establecimiento de un banco con préstamos de bajo interés. Adicionalmente, cinco de los productores orgánicos de nuestra observación participativa expresaron tener una fuerte motivación ética para cultivar cacao orgánico en un sistema agroforestal diversificado, refiriéndose principalmente a la ventaja de producir un producto saludable sin dañar el medioambiente.

“Orgánico quiere decir “mejorar” y “vida”. Sembrar para nuestra alimentación, para sostenernos, para no comprar. Nuestro descuido es nomás que no sembramos. Es mejorar la vida, ¡tener todo!”

“La ventaja de alimentación natural es que ya no es envenenado. El precio es más mejor. Ya no quemamos por el cultivo orgánico y separamos la basura”

“la naturaleza es sabia, la agricultura puede ser un arte” (productores de cacao orgánico de Alto Beni).

Un estudio que evaluaba los efectos del cultivo orgánico de bananas realizado por la asociación de productores bananeros orgánicos Banabeni halló impactos positivos en casi todos los recursos necesarios para los medios de vida puesto que

los productores poseían un conocimiento mayor referido a técnicas de cultivo y post-cosecha, mismo que habían obtenido de su cooperativa. Sin embargo, se halló que la diversidad de los cultivos se redujo debido al enfoque en el cultivo orgánico de bananos. Los principales motivos de estos cambios eran: precios más elevados y una demanda estable, así como una fuerte organización de productores [16]. Estos hallazgos – con la excepción de la reducción en la diversidad de cultivos – son comparables con los efectos del cultivo del cacao orgánico [74] e indican la posibilidad de transferir el caso de Alto Beni a otros entornos similares. Asimismo, los productores que no poseían certificación estaban interesados en unirse a una organización local de productores que trabajaba con agricultura orgánica:

“Me doy cuenta que estoy arruinando la tierra. Me da miedo usar los químicos. Quisiera que nuestros alimentos sean naturales” (productor de cacao no orgánico de Alto Beni).

Sin embargo, era difícil obtener la certificación orgánica y el ingresar a una cooperativa requería de una cuota inicial elevada. Por ello, es importante hallar formas para que los beneficios como los que otorga El Ceibo también sean accesibles a los productores que son pobres en recursos. Nuestros resultados indican que las organizaciones productoras locales en Alto Beni fortalecieron un proceso sociocultural de integración familiar dentro de aquellas cooperativas que fomentaron una mayor innovación en el entendimiento de la agricultura orgánica que tenían los productores, haciendo que éste no se limite solamente a los estándares de certificación básica sino también incluyendo motivaciones éticas. Concluimos que, en el caso de Alto Beni, la certificación orgánica fue una forma de unir un movimiento social que buscaba reorientar las relaciones entre sociedad-naturaleza y de convertirse en parte de una red socio-cognitiva relacionada.

8 Síntesis y perspectivas

Los resultados indican que la agricultura orgánica tuvo una fuerte influencia en la construcción de la resiliencia socio-ecológica entre las fincas de cacao en Alto Beni. Además de los mayores precios para el cacao orgánico y el incremento en el ingreso de las familias productoras orgánicas, los efectos de la certificación orgánica parecen ser, en cierta medida, indirectos. La certificación orgánica – y el mayor ingreso relacionado a ésta – fue la principal motivación para que los productores se unan o formen una cooperativa; las cooperativas entonces proporcionaron beneficios socioeconómicos e influenciaron en la diversidad arbórea y agrícola a partir de la concientización, el manejo del conocimiento y el apoyo técnico. Los resultados de este estudio sugieren que la diversidad y el conocimiento son cruciales para la construcción de la resiliencia, y claves para una adaptación resiliente a los

impactos del cambio climático. Los estudios de otras regiones también indican que la diversificación agrícola con árboles de sombra fueron una de las estrategias de adaptación más exitosas, ofreciendo un rendimiento considerablemente mayor para los cultivos anuales así como perennes (Altieri *et al.*, 2012). Además, los resultados de Alto Beni sugieren que la certificación orgánica puede fortalecer la diversidad y alentar a los productores a plantar árboles de sombra, puesto que la certificación orgánica era su principal motivo para formar cooperativas y estas cooperativas luego apoyaron la instalación y el manejo de sistemas agroforestales. De la misma manera, en este caso la agricultura orgánica estaba asociada con una mayor capacidad para adaptarse a los impactos del cambio climático que la agricultura local convencional, debido a que los productores orgánicos poseen un mayor grado de auto-organización, por ejemplo, en cooperativas (véase también [45]). Se halló que el potencial para la mayor resiliencia del ecosistema de las fincas de cacao era particularmente elevado en el caso de sistema agroforestales sucesionales. Estos sistemas que son intensivos en conocimiento todavía se hallan sub-representados en Alto Beni y la certificación orgánica no es suficiente para promoverlos. Aunque requieren mayor inversión en términos de trabajo que los monocultivos y los sistemas agroforestales simples [60], Schnatmann [75] halló que los valores netos actuales de las parcelas agroforestales de sucesión eran negativos sólo en el primer año (debido a que requerían costos de instalación más elevados), mientras que los ingresos de las parcelas agroforestales sucesionales eran 3,6 veces más altos en promedio que en los monocultivos comparables, una vez que el cacao comenzó a producir. En los monocultivos, donde el cacao comenzó a producir luego de 3-6 años, las expensas excedieron los ingresos durante estos primeros años. La agroforestería sucesional permitió que los productores eviten esta situación vendiendo varios productos de las distintas plantas [75]. Los servicios de extensión deberían, así, mejorar su apoyo a los productores en la implementación y el manejo de la agroforestería sucesional así como en el procesamiento de productos. Además, se precisa más investigación acerca de cómo facilitar el acceso al conocimiento acerca de la diversidad de especies y estrategias de manejo. Esto nos lleva al segundo producto principal de este estudio: el sentido del conocimiento acerca de la agroforestería y la producción del cacao. Las entrevistas indican que la motivación de los productores para participar en el proceso de certificación se encontraba muy fortalecida por su interés en la creación de capacidades y el conocimiento técnico. Por ello, se puede considerar la certificación como un proceso social, mediante el cual las prácticas de manejo son compartidas y transmitidas entre productores de cacao. Por ello, las fincas orgánicas examinadas en este estudio eran manejadas de mejor manera que las fincas convencionales, lo que resultaba en mayores rendimientos y árboles de cacao más saludables. En nuestro caso, una de las características de las cooperativas involucradas en la certificación era hacer que el conocimiento agrícola sea accesible y aplicable. Otros

investigadores también reportaron que los productores orgánicos tienden a tener mejores prácticas de manejo que los productores que recurren a agroecosistemas convencionales [17, 50, 76, 77]. Esto indica que los motivos de las diferencias agroecológicas en las fincas de cacao orgánico y las fincas no orgánicas se pueden hallar en el contexto socio-económico: la certificación ofrece mejores precios para el cacao y la pertenencia a un movimiento social fuerte ofrece los beneficios del conocimiento del manejo y el apoyo técnico en el cultivo del cacao. La central de cooperativas de cacao El Ceibo, demuestra cómo la agricultura orgánica puede influir en la resiliencia socio-ecológica. Puede servir como un ejemplo bien establecido de cómo los productores en pequeña escala pueden beneficiarse de la agricultura orgánica basándose en las fuertes redes sociales que ésta implica. La pregunta que plantea cómo transformar las fincas vulnerables en fincas resilientes se puede responder refiriéndose al efecto que la certificación orgánica tiene en la auto-organización de los productores y cómo funciona a manera de incentivo para formar cooperativas. Un enfoque posible que resulta de este estudio podría ser fortalecer el manejo del conocimiento endógeno y exógeno entre la cooperativa, los productores y los científicos, un aspecto que todavía es muy débil. Las motivaciones éticas, las actividades de cooperación gubernamentales y de desarrollo, y los precios altos para productos orgánicos pueden impulsar más el desarrollo del sector orgánico en Bolivia. La agroforestería altamente diversa e intensiva en conocimiento puede promoverse efectivamente mediante las organizaciones locales de productores, tales como El Ceibo o Ecotop: estableciendo mecanismos orgánicos o de otras formas de certificación, crean incentivos para los productores de cacao a fin de que diversifiquen sus parcelas y, así, ayuden a construir la resiliencia socio-ecológica.

Reconocimientos

Los autores desean agradecer a los estudiantes que participaron en este trabajo así como a sus supervisores de la Facultad de Agronomía (Fanny Suxo) y el Instituto de Ecología (Alberto Mariscal, Geovana Morejón, Miguel Limachi, Renate Seidel) de la Universidad Mayor de San Andrés en La Paz y el Centro de Desarrollo y el Medio Ambiente, así como a los consultores agrícolas de El Ceibo y FiBL (Vladimiro Mendieta, Eusebio Pérez, Freddy Alcon, Ernesto Huanca, Patricia Calizaya) y Ecotop (Fortunato Velásquez, Sonia Flores, Hugo Rocabado, Joachim Milz) y a Pedro Albornoz.

Referencias

- [1] IPCC, *Climate Change 2007 - Synthesis Report*, Core Writing Team, Pachauri, R.K. and A. Reisinger (Eds.). Geneva.2007.

-
- [2] Millenium Development Goals Indicators *Carbon dioxide emissions (CO₂), thousand metric tons of CO₂ (CDIAC)*. 2012.
- [3] Mc Dowell, J.Z. and J.J. Hess, *Assessing adaptation: Multiple stressors on livelihoods in the Bolivian highlands under a changing climate*. Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions, 2012. 22(2): p. 342-352.
- [4] World Bank, *Bolivia. Country Note on Climate Change Aspects in Agriculture*, 2009. Washington, DC.
- [5] Mueller, R., et al., *Policy options to reduce deforestation based on a systematic analysis of drivers and agents in lowland Bolivia*. Land Use Policy, 2013. 30(1): p. 895-907.
- [6] Pacheco, P., W. de Jong, and J. Johnson, *The evolution of the timber sector in lowland Bolivia: Examining the influence of three disparate policy approaches*. Forest Policy and Economics, 2010. 12(4): p. 271-276.
- [7] Boillat, S., *Traditional ecological knowledge, land use and ecosystem diversity in the Tunari National Park (Bolivia) An ethnoecological approach for dialogue between traditional and scientific ecological knowledge*. Doctoral thesis, Universität Bern, 2007. Bern. 485pp.
- [8] Halberg, N. and A. Muller, *Organic agriculture, livelihoods and development*, in *Organic Agriculture for Sustainable Livelihoods*, N. Halberg and A. Muller, Editors. Earthscan: London. 2013. p. 1-20.
- [9] Nair, P.K.R., B.M. Kumar, and V.D. Nair, *Agroforestry as a strategy for carbon sequestration*. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 2009. 172: p. 10-23.
- [10] Somarriba, E. and L. Trujillo, *El proyecto Modernización de la cacaocultura orgánica del Alto Beni, Bolivia*. Agroforestería en las Américas, 2005. Agroforestry Systems 43-44: p. 6-14.
- [11] Elbers, J., *Agrarkolonisation im Alto Beni Landschafts- und politisch-ökologische Entwicklungsforschung in einem Kolonisationsgebiet in den Tropen Boliviens*. Doctoral thesis, Heinrich-Heine-University, 2002. Duesseldorf. 247pp.
- [12] Myers, N., et al., *Biodiversity hotspots for conservation priorities*. Nature, 2000. 403: p. 853-858.
- [13] von Stosch, K., *Hochland- und Tieflandindigene im Konflikt: Land und Ressourcen-Nutzung in Alto Beni / Bolivien*. Doctoral thesis, Rheinisch -Westfälische Technische Hochschule, 2010. Aachen. 239pp.
- [14] Killeen, T.J., et al., *Total Historical Land-Use Change in Eastern Bolivia: Who, Where, When, and How Much?* Ecology and Society, 2008. 13(1).

- [15] July, W., *Caracterización morfológica y molecular del Cacao Nacional Boliviano y de selecciones élites del Alto Beni, Bolivia*. M. Sc. thesis, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 2007. Turrialba. 101pp.
- [16] Garming, H., et al., *Farmers' community enterprise for marketing organic bananas from Alto Beni, Bolivia: Impacts and threats*. Enterprise Development and Microfinance, 2011. 22: p. 210-224.
- [17] UNEP-UNCTAD, *Organic Agriculture and Food Security in Africa*, in *UNEP-UNCTAD Capacity-building Task Force on Trade, Environment and Development*, 2008. Geneva.
- [18] Badgley, C., et al., *Organic agriculture and the global food supply*. Renewable Agriculture and Food Systems, 2007. 22(2): p. 86-108.
- [19] Niggli, U., H. Schmid, and A. Fliessbach, *Organic Farming and Climate Change*, in *Briefing prepared by the Research Institute of Organic Agriculture FiBL International Trade Centre*, 2007. Geneva. p. 23.
- [20] Scialabba, N.E.-H. and M. Mueller-Lindenlauf, *Organic agriculture and climate change*. Renewable Agriculture and Food Systems, 2010. 25(2): p. 158-169.
- [21] Panneerselvam, P. and N. Halberg, *Consequences of organic agriculture for smallholder farmers' livelihood and food security*, in *Organic Agriculture for Sustainable Livelihoods*, N. Halberg and A. Muller, Editors. Earthscan, London. 2013.
- [22] IFAD *Organic agriculture: A promising alternative for small farmers* Thematic evaluation, 2012.
- [23] Rist, S., *Organic Agriculture as a Social Movement: Rethinking Sustainable Agriculture in Developing Countries*, in *Food Matter: Food Security and soils*, L. Lahmar, M. Held, and L. Montanarella, Editors. Torba Soil & Society: Montpellier. 2003. p. 108-114.
- [24] Köpke, U., *Organic agriculture in the tropics and subtropics*. Tropical series, 1, Köster, Berlin. 2008.
- [25] Zundel, C., L. Kilcher, and P. Mäder, *What can organic agriculture contribute to sustainable development? – Long-term farming system comparisons in the tropics*, in *Tropentag Conference Proceedings*, E. Tielkes, Editor, 2007. Witzenhausen.
- [26] Darnhofer, I., J. Fairweather, and H. Moller, *Assessing a farm's sustainability: insights from resilience thinking*. International Journal of Agricultural Sustainability, 2010. 8(3): p. 186-198.
- [27] Folke, C., J. Colding, and F. Berkes, *Synthesis: building resilience and adaptive capacity in social-ecological systems*, in *Navigating social-ecological systems. Building*

- resilience for complexity and change*, C.J. Berkes F., Folke C. (Eds.), Editor Cambridge University Press: Cambridge. 2003. p. 352-387.
- [28] Adger, W.N., *Social and ecological resilience: are they related?* Progress in Human Geography, 2000. 24(3): p. 18.
- [29] Obrist, B., C. Pfeiffer, and R. Henley, *Multi-layered social resilience: a new approach in mitigation research*. Progress in Development Studies, 2010. 10(4): p. 283-293.
- [30] Ifejika Speranza, C., *Resilient Adaptation to Climate Change in African Agriculture*. DIE Studies Bonn, Deutsches Institut für Entwicklungspolitik. 2010.
- [31] Folke, C., et al., *Resilience Thinking: Integrating Resilience, Adaptability and Transformability*. Ecology and Society, 2010. 15(4).
- [32] Milestad, R. and I. Darnhofer, *Building Farm Resilience: The Prospects and Challenges of Organic Farming*. Journal of Sustainable Agriculture, 2003. 22(3): p. 81-97.
- [33] Carpenter, S., et al., *From metaphor to measurement: Resilience of what to what?* Ecosystems, 2001. 4(8): p. 765-781.
- [34] Holling, C.S.S., S., *Dynamics of (dis)harmony in ecological and social systems*, in *Rights to nature*, S.S. Hanna, Folke, C. and Mäler, and K.G., Editors. Island Press: Washington DC. 1996. p. 57-85.
- [35] Cabell, J.F. and M. Oelofse, *An Indicator Framework for Assessing Agroecosystem Resilience*. Ecology and Society, 2012. 17(1): p. 18.
- [36] Ostrom, E., *Governing the Commons. The Evolution of Institutions for Collective Action* Cambridge, Cambridge University Press. 1990.
- [37] Marshall, N.A., *Understanding social resilience to climate variability in primary enterprises and industries*. Global Environmental Change, 2010. 20: p. 36-43.
- [38] Smit, B. and J. Wandel, *Adaptation, adaptive capacity and vulnerability*. Global Environmental Change, 2006. 16: p. 282-292.
- [39] van der Leeuw, S.E. and C. Aschan Leygonie, *A long-term Perspective on Resilience in Socio-Natural Systems*, in *System shocks system resilience*, 2000. Abisko, Sweden. 32pp.
- [40] Milestad, R., *Building Farm Resilience - Challenges and Prospects for Organic Farming*, in *Department of Rural Development Studies* Swedish University of Agricultural Sciences, 2003. Uppsala.
- [41] Baumgartner, R., R. Hoegger, and S. Rist, *Hacia estrategias de vida sostenibles - Culturas, recursos y cambios en India y Bolivia*, AGRUCO/NSCR/NADEL/CDE, La Paz. 2011.

- [42] Wiesmann, U., *Sustainable regional development in rural Africa: Conceptual framework and case studies from Kenya*. Habilitation treatise, University of Bern, 1998. Bern. 303pp.
- [43] Wiesmann, U., et al., *A Human Actor Model as a Conceptual Orientation in Interdisciplinary Research for Sustainable Development*, in *Research for Sustainable Development: Foundations, Experiences, and Perspectives*, U. Wiesmann and H. Hurni, Editors. NCCR North-South: Bern. 2011.
- [44] Muller, A., B. Osman-Elasha, and L. Andreasen, *The potential of organic agriculture for contributing to climate change adaptation*, in *Agriculture for Sustainable Livelihoods*, N. Halberg and A. Muller, Editors. Earthscan: London. 2013. p. 101-125.
- [45] Borron, S., *Building Resilience for an unpredictable Future: How Organic Agriculture can help Farmers to adapt to Climate Change*, F.a.A.O.o.t.U. Nations, Editor FAO, 2006. Rome. 25pp.
- [46] Aguilar-Stoen, M., S.R. Moe, and S.L. Camargo-Ricalde, *Home Gardens Sustain Crop Diversity and Improve Farm Resilience in Candelaria Loxicha, Oaxaca, Mexico*. *Human Ecology*, 2009. 37(1): p. 55-77.
- [47] FAO, *Organic Agriculture and Climate Change Mitigation - A Report of the Round Table on Organic Agriculture and Climate Change*, Food and Agriculture Organization, 2011. Rome.
- [48] Kremen, C. and A. Miles, *Ecosystem Services in Biologically Diversified versus Conventional Farming Systems: Benefits, Externalities, and Trade-Offs*. *Ecology and Society*, 2012. 17(4).
- [49] Kotschi, J., *Agricultural biodiversity is essential for adapting to climate change*. *Gaia-Ecological Perspectives for Science and Society*, 2007. 16(2): p. 98-101.
- [50] Altieri, M.A., F.R. Funes-Monzote, and P. Petersen, *Agroecologically efficient agricultural systems for smallholder farmers: contributions to food sovereignty*. *Agronomy for Sustainable Development*, 2012. 32(1): p. 1-13.
- [51] Drescher, A., *Hausgärten in afrikanischen Räumen. Bewirtschaftung nachhaltiger Produktionssysteme und Strategien der Ernährungssicherung in Zambia und Zimbabwe*. Habilitation treatise, University of Freiburg, 1998. Pfaffenweiler.
- [52] Abreu, S.d.L. and M.A. Watanabe, *Agroforestry systems and food security among smallholder farmers of the Brazilian Amazon: A strategy for environmental global crisis, in 16th IFOAM Organic World Congress, 18 - 20 June 2008*, Orgprints, 2008. Modena, Italy.

- [53] Willer, H. and L. Kilcher, eds. *The World of Organic Agriculture - Statistics and Emerging Trends 2012*. ed. F. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), and International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), Bonn. 2012.
- [54] Keys, C., *Owning Organics: Developing Bolivia's National Organic Standard*, International Rural Planning and Development University of Guelph, 2009.
- [55] Vildoza, L., *The organic production in Bolivia - the way to an ecological nation*, Institute for Organic Farming, Department for Sustainable Agriculture Systems, University for Natural Resources and Applied Life Sciences Vienna, Austria, 2007. p. 2.
- [56] Pacheco, P., *Agricultural expansion and deforestation in lowland Bolivia: the import substitution versus the structural adjustment model*. Land Use Policy, 2006. 23(3): p. 205-225.
- [57] Götsch, E., *Breakthrough in Agriculture*. Fazenda Tres Colinas Agrossilvicultura Ltda, 1994: p. 15.
- [58] Milz, J., *Producción de Naranja (Citrus sinensis) en sistemas agroforestales sucesionales en Alto Beni, Bolivia - Estudio de caso*, in *Biodiversidad y Ecología en Bolivia*, S. Beck, Editor Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés (UMSA): La Paz, Bolivia. 2010. p. 324-340.
- [59] Schulz, J., *Imitating natural ecosystems through successional agroforestry for the regeneration of degraded lands - a case study of smallholder agriculture in northeastern Brazil*, in *Agroforestry as a tool for landscape restoration*, F. Montagnini, Francesconi, W. and Rossi, E., Editor Nova Science Publishers: New York. 2011. p. 3-17.
- [60] Vieira, D.L.M., K.D. Holl, and F.M. Peneireiro, *Agro-Successional Restoration as a Strategy to Facilitate Tropical Forest Recovery*. Restoration Ecology, 2009. 17(4): p. 451-459.
- [61] Yana, W. and H. Weinert, *Técnicas de sistemas agroforestales multiestrato - manual práctico*, ed. I.A.B. (IIAB), La Paz, PIAF-El Ceibo. 2001.
- [62] Gbetibouo, G.A., *Understanding Farmers' Perceptions and Adaptations to Climate Change and Variability. The Case of the Limpopo Basin, South Africa*, in *IFPRI Discussion Paper 00849*, 2009. Washington, DC.
- [63] Mertz, O., Mbow, C., Reenberg, A. & Diouf, A., *Farmers' Perceptions of Climate Change and Agricultural Adaptation Strategies in Rural Sahel*. Environmental Management, 2009. 43: p. 13.

- [64] Hurni, H. and U. Wiesmann, *Towards transdisciplinarity in sustainability-oriented research for development.*, in *Research for mitigating Syndromes of Global Change*, H. Hurni, U. Wiesmann, and R. Schertenleib, Editors. Geographica Bernensia: Bern. 2004. p. 31-42.
- [65] Rist, S., et al., *Moving from sustainable management to sustainable governance of natural resources: The role of social learning processes in rural India, Bolivia and Mali.* Journal of Rural Studies, 2007. 23(1): p. 23-37.
- [66] Jacobi, J., et al., *Agroecosystem resilience and farmers' perceptions of climate change impacts in cocoa farms in Alto Beni, Bolivia* Renewable Agriculture and Food Systems, 2013. online first.
- [67] Anim-Kwapong, G.J. and E.B. Frimpong, *Vulnerability of agriculture to climate change- impact of climate change on cocoa production*, Cocoa Research Institute of Ghana, 2006. Tafo, Ghana. 44pp.
- [68] Astier, M., O.R. Masera, and Y. Galván-Miyoshi, *Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional*, ed. E. Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y SustentableValencia, SEAE / CIGA / ECOSUR / CIEco / UNAM / GIRA / Mundiprensa. 2008.
- [69] IIED, *Community-based adaptation to climate change*, in *Participatory Learning and Action (PLA)*, H. Ashley, Kenton, N & Milligan, A., Editor, 2009. 221pp.
- [70] LFP *Participatory Tools and Techniques for Assessing Climate Change Impacts and Exploring Adaptation Options. A Community Based Tool Kit for Practitioners.* Livelihoods and Forestry Programme (LFP) c/o DFID Nepal, 2010.
- [71] Martin, G., *Ethnobotany. A Methods Manual.* London, Earthscan. 2004.
- [72] Patton, M.Q., *Qualitative Research & Evaluation Methods* Beverly Hills, CA, Sage. 2002.
- [73] Jacobi, J., et al., *Carbon stocks, tree diversity, and the role of organic certification in different cocoa production systems in Alto Beni, Bolivia.* Agroforestry Systems, 2013.
- [74] Bebbington, A., J. Quisbert, and G. Trujillo, *Technology and rural development strategies in a small farmer organization: lessons from Bolivia for rural policy and practice.* Public Administration and Development, 1996. 16: p. 195-213.
- [75] Schnatmann, A., *Análisis Económico de Rentabilidad de Parcelas Agroforestales Multiestrato*, Interinstitucional Alto Beni (IIAB), 2006. La Paz.
- [76] Panneerselvam, P., J. Hermansen, and N. Halberg, *Food Security of Small Holding Farmers: Comparing Organic and Conventional Systems in India.* Journal of Sustainable Agriculture, 2011. 35(1): p. 48-68.

- [77] Scialabba, N.E. and C. Hattam, *Organic agriculture, environment and food security*,
FAO, 2002. Rome.