

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA**  
**INSTITUTO DE SOCIOLOGÍA Y ESTUDIOS CAMPESINOS**



**TESIS DOCTORAL:**

**LOS SISTEMAS AGROFORESTALES CON CACAO (*Theobroma cacao* L) COMO  
UNA ESTRATEGIA DE TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA PARA LA  
AGRICULTURA FAMILIAR, EN ECUADOR.**

**(*THE AGROFORESTRY SYSTEMS WITH COCOA (*Theobroma cacao* L.) AS AN  
AGROECOLOGICAL TRANSITION ESTRATEGY TO FAMILY FARMING IN  
ECUADOR*).**

**DOCTORANDO**

**CARLOS ESTUARDO CAICEDO VARGAS**

**DIRECTORES**

**DAVID GALLAR HERNÁNDEZ**

**DAVID PÉREZ-NEIRA**

**PROGRAMA DE DOCTORADO**

**RECURSOS NATURALES Y GESTIÓN SOSTENIBLE**

**NOVIEMBRE, 2023**

TITULO: *Los sistemas agroforestales con cacao (Theobroma cacao L.) como una estrategia de transición agroecológica para la agricultura familiar, en Ecuador*

AUTOR: *Carlos Estuardo Caicedo Vargas*

---

© Edita: UCOPress. 2024  
Campus de Rabanales  
Ctra. Nacional IV, Km. 396 A  
14071 Córdoba

<https://www.uco.es/ucopress/index.php/es/ucopress@uco.es>

---

TITULO: *The Agroforestry Systems with Cocoa (Theobroma cacao L.) as an Agroecological Transition Estrategy to Family Farming, in Ecuador.*

AUTOR: Carlos Estuardo Caicedo Vargas



## **TÍTULO DE LA TESIS:**

Los Sistemas Agroforestales con Cacao (*Theobroma cacao* L.) como una Estrategia de Transición Agroecológica para la Agricultura Familiar, en Ecuador.

## **DOCTORANDO:**

Carlos Estuardo Caicedo Vargas

## **INFORME RAZONADO DE LOS DIRECTORES DE LA TESIS**

Esta tesis se realizó en el contexto de importantes actividades de investigación que realiza el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) a través de la Estación Experimental Central de la Amazonía (EECA). El doctorando como director de la Estación, ha desarrollado e innovado varios enfoques entre los que se destaca la investigación y capacitación aplicada en agroforestería y agroecología, conjuntamente con productores de varias organizaciones del área rural agropecuaria, la academia e instituciones públicas y privadas a nivel nacional e internacional. El levantamiento de la información teórico y práctico, con los directivos y productores (as), que involucró información cualitativa, cuantitativa y mixta, ha sido de gran nivel.

Hemos podido verificar la evolución de la investigación de acuerdo a las preguntas de investigación planteadas que han permitido estructurar resultados, discusiones y conclusiones que contribuirán a la transición y escalamiento de la agroecología en Ecuador.

El doctorando muy específico y riguroso en su metodología aplicada y el proceso de investigación, planteó y resolvió varias cuestiones que serán referencias para nuevas tesis en la Universidad de Córdoba. Esto le ha permitido aportar con varias publicaciones:

Caicedo-Vargas, C., Pérez-Neira, D., Abad-González, J., Gallar, D. (2023). Agroecology as a means to improve energy metabolism and economic management in

smallholder cocoa farmers in the Ecuadorian Amazon.  
<https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.08.005>

Caicedo-Vargas, C., Pérez-Neira, D., Abad-González, J., Gallar, D. (2022). Assessment of the environmental impact and economic performance of cacao agroforestry systems in the Ecuadorian Amazon region: An LCA approach.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157795>

Caicedo, C., Intriago, J., Sotomayor, D., Roca S. (2022). Agricultura Sustentable: agrobiodiversidad, agroforestería y agroecología.  
<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5885>

Caicedo, C. (2019). “Sistemas agroforestales con cacao (*Theobroma cacao* L.), en la Amazonía ecuatoriana: Un enfoque agroecológico”. Tesis de Master.  
<https://dspace.unia.es/handle/10334/5187>.

Burbano, R., Abreu, R., Caicedo, C., Ramírez, C., Calero, A., Llumiquinga, E., Ruíz, M. (2022). Efect of a semi-automated fermentation system on the physical and chemical characteristics of *Theobroma cacao* L. grown in the northern Ecuadorian Amazon. <https://doi.org/10.1007/s11694-022-01620-x>

Villacis, A., Barrera, V., Alwang, J., Caicedo, C., Quiroz, J. 2022. Estrategias para fortalecer la cadena de valor de cacao de alto valor de Ecuador.  
<https://acortar.link/w5cmfV>

Paredes, N., Monteros, A., Lima, L., Caicedo, C., Tinoco, L., Fernández, F., Vargas, Y., Pico, J., Subía, C., Burbano, A., Chanaluiza, A., Sotomayor, D., Díaz, A., Intriago, J., Chancosa, C., Andrade, A., Enríquez, G. (2022). Manual del cultivo de cacao sostenible para la Amazonía Ecuatoriana. N°125.  
<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5833>

Virginio, D., Somarriba, E., Cerda, R., Casanoves, F., Cordero, C., Avelino, J., Roupsard, O., Rapidel, B., Philippe, V., Harmand, J., Staver, Ch., Beer, J., Mora, A., Morales, V., Fonseca, C., Vargas, V., Ramírez, L., Soto, G., Issac, M., Duran, L., Tapia, A., Romero, L., León, R., Gamboa, H., Diniz, P., Serrano, O., Pires, L., Menezes, Z., Caicedo, C., Pico, J., Montagnini, L., Hagga, J. (2021). Reseñas de resultados del proyecto: “Aportes a la investigación, fortalecimiento de capacidades y

formulación de políticas para el sector cafetalero en 20 años de ensayos de sistemas agroforestales con café”. In: Agroforestería en las Américas No 51. pp107. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/11364>.

También es importante señalar la participación del doctorando en varios reconocimientos y delegaciones internacionales:

- Premio Extraordinario Master Universitario en Agroecología. Un Enfoque para la Sustentabilidad Rural. 2018-2019
- Análisis energético aplicado al cultivo de cacao. Estancia en la Universidad de León, España (tres meses, 19-02.2022 a 19-05-2022)
- Training in agroforestry and agroecological research. Secodment Undertrees, Stay in the Scuola Superiore Sant’Ana, Italia, INIAP-Undertrees (tres meses, 25-03-2023 a 25-06-2023). <https://projectundertrees.wordpress.com/>
- Representante de INIAP en Agroforesta (Red Científica Agroforestal de América Latina). 2023-2024. <https://agroforesta.org/>
- Coordinador del Proyecto. Undertrees (Unión Europea), <https://projectundertrees.wordpress.com/>

Finalmente, participó como organizador-expositor en varios congresos y seminarios internacionales:

- Sistemas Agroforestales con Cacao y proyectos de regeneración a gran escala. Feria del cacao y chocolate CHOKAO. Asociación Nacional de Exportadores de Cacao (ANECACAO). Miércoles 19 de julio del 2023.
- Alternativas Participativas de Productores de cacao en la Amazonía ecuatoriana. IX Congreso Internacional de Agroecología, Sevilla. 19-20-21 enero, 2023. Expositor.
- Transición agroecológica de sistemas agroforestales de cacao en la Amazonía ecuatoriana: dificultades y propuestas de acción. IV Seminario propio del Doctorado Recursos Naturales y Gestión Sostenible. 23-24 noviembre del 2022. Expositor.
- Transición agroecológica de sistemas de producción de cacao en la Amazonía ecuatoriana: dificultades y propuestas de acción. En: Seminario Internacional: “Investigación, Innovación y emprendimientos agroecológicos” (INIAP-TECH). 27 y 28 octubre 2022 (Organizador-expositor)

- Caracterización agroecológica de fincas con cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Amazonía ecuatoriana. IX Congreso Científico de Investigadores en Formación de la Universidad de Córdoba. 3 al 6 de mayo de 2021, en modalidad virtual. Expositor.
- Sistemas Agroforestales con cacao en la Amazonía ecuatoriana: un enfoque agroecológico. VIII International Congress of Agroecology. Vigo. 2 y 3 julio 2020. Expositor.
- Primer Simposio Internacional de Innovaciones Tecnológicas para Fortalecer la Cadena de Cacao en la Amazonía Ecuatoriana,2019. Organizador-Expositor
- Primer Congreso Internacional Alternativas Tecnológicas para la Producción Agropecuaria Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana,2018. Organizador.

Con estos antecedentes, consideramos que Carlos Estuardo Caicedo Vargas cumplió con el Programa de Doctorado en Recursos Naturales y Gestión Sostenible por lo que será un excelente agente de cambios a nivel global, nacional y regional por la adquisición de las competencias y destrezas para realizar investigación.

Córdoba, noviembre del 2023

Firma del director

Firma del director

Fdo: David Gallar Hernández

Fdo: David Pérez-Neira

## **SUMMARY:**

The aim of this study was to assess agroforestry systems implemented as an agroecological transition strategy for family agriculture in Ecuador, focusing specifically on the use of cocoa. To achieve this, the following specific objectives were pursued: 1) Analyze how agroecology can improve energy metabolism and the economics of cocoa production in the Ecuadorian Amazon. 2) Compare the environmental impact and economic viability of conventional and organic cocoa agroforestry systems in the Ecuadorian Amazon. 3) Analyze the agroecological potential of agroforestry systems with cocoa for the transition by conducting a participatory diagnosis of the technical-productive, socio-economic, and cultural-organizational dimensions. The research methodology employed a mixed approach, combining quantitative, qualitative, and participatory methods, as per the specific objectives. The collection of primary information was conducted with producers and directors of the associations from Napo (Kallari, Wiñak, and Tsatsayaku), Orellana (San Carlos and Asosumaco), and Sucumbíos (Aprocel).

First, the study used life cycle analysis (LCA) methodology with 279 producers from 86 municipalities in the region. The economic analysis was based on the categories of energy impact and greenhouse gas emissions, and the cost-benefit analysis focused on management. Passive tone and impersonal construction were used throughout the text, and the language was clear, objective, and value-neutral. The text followed style guides, including consistent citation and footnote formatting. The language was kept formal, without contractions, colloquialisms, or unnecessary jargon. This resulted in a balanced and accurate description of the study's methodology and findings. Leadership styles were characterized using k-means hierarchical hybrid clustering. Technical abbreviations were clearly explained the first time they were used. Second, primary information was collected from 90 agroforestry farms (44 conventional and 46 organic) with average or good farm management. The farms were assessed for the environmental performance of cocoa production using the Life Cycle Assessment (LCA) methodology with a cradle-to-farm gate approach. The study estimated twelve impact categories and five environmental and monetary efficiency indicators based on three functional units (kg cocoa, kg sold and ha). In addition, an economic viability analysis was conducted specifically for profitability. Technical abbreviations were explained the first time they were used. The

text followed conventional academic structure and formatting and contained clear, objective and value-neutral language. It avoided filler words and biased language and used precise word choice. Grammatical accuracy was maintained, and causal relationships were established between statements to create a logical flow of information.

Firstly, the life cycle analysis (LCA) methodology was used with 279 producers from 86 communities in the region, economic analysis according to the categories of energy impact and GHG emissions and cost analysis-benefit focused on management. The management styles and their characterization were carried out using k-means hierarchical hybrid clustering. Secondly, from this group of farms, primary information was collected from 90 agroforestry farms (44 conventional and 46 organic) that carry out average or good management of their farms, from which the environmental performance of crop production was evaluated cocoa using the life cycle analysis (LCA) methodology with a cradle to farm gate approach, estimating twelve impact categories and five environmental and monetary efficiency indicators based on three functional units (kg cocoa, kg sold and ha), an economic viability analysis was additionally carried out, particularly profitability.

Third, it is based on the theoretical framework of agroecology and agroecological transition processes, based on a mixed research (quantitative, qualitative and participatory) through 9 interviews with managers/technicians, 279 with managers/technicians, 279 surveys and the application of the flowchart technique in 6 participatory in 6 participatory workshops, the problems, causes and effects in the technical-productive, socio-economic and productive, socio-economic, cultural-organizational dimensions of agroecology in six of agroecology in six associations, grouped in two blocks due to their relative homogeneity in terms of their relative homogeneity in terms of management style, ethnicity, marketing method and territorial vision. method and territorial vision: the associations Kallari, Tsatsayaku, Wiñak (KTW) and Asosumaco, San Carlos and Aprocel (ASA). The results show that the majority of smallholders produce cocoa in a diversified, low-input agroforestry system with a high proportion of unpaid system with a high proportion of unpaid family labor. At the Amazonian level, smallholders (< 10 ha) produced 16.9 million tons of food for the market with a cumulative non-renewable energy demand (CED NR) of 53.8 TJ (1,343 MJ ha<sup>-1</sup>), a carbon footprint (CF) of 8.16 Mt CO<sub>2</sub>-eq (203.9 kg CO<sub>2</sub>-eq ha<sup>-1</sup>), and a net margin of \$19.07 million (USD476.8 ha<sup>-1</sup>).

The average cacao yield was estimated to be 288 kg ha<sup>-1</sup>, resulting in a CED NR and a carbon footprint (CF) per kg cacao of 4.18 MJ and 0.98 kg CO<sub>2</sub>-eq. Despite their apparent homogeneity, cluster analysis identified three distinct management styles. The results suggest that farms with good organic/agroecological management may have an income generating capacity similar to the most intensive conventional farms evaluated, but with better environmental results. In the same way, in the second objective, organic management allows to reduce the environmental impact in all the categories analyzed (emissions, energy use, eutrophication, etc.) except the land footprint (ha.kg<sup>-1</sup>), as well as to improve the environmental and economic efficiency of agroforestry systems (energy return or emission intensity per unit of added value, etc.).), the economic analysis shows that conventional agroforestry systems (cAFS) are more profitable (\$.ha<sup>-1</sup>) than organic agroforestry systems (oAFS), although the difference is not statistically significant, and that in both systems the sale of by-products allows improving the profitability of the farms, despite the low impact of both systems, economic profitability is undoubtedly one of the weak points of cocoa production in the Ecuadorian Amazon. Finally, the results for the third objective show the strengths and weaknesses of the producer families and their organizations in the technical-productive, socio-economic and cultural-organizational dimensions, in the management of their agroecosystems and the implementation of agroecological practices, in their marketing strategies, their environmental perception and sensitivity, their quality of life, the state of individual and collective participation and empowerment as producer organizations, including the gender perspective, and also highlights the alternatives of intervention, actions proposed by producers and their organizations for agroecological scaling in the territory.

Keywords: management styles, agroecology, profit, climate change, sustainability, life cycle analysis, energy, benefit, peasant economy, agroforestry, cocoa, scaling.

**LOS SISTEMAS AGROFORESTALES CON CACAO (*Theobroma cacao* L.)  
COMO UNA ESTRATEGIA DE TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA PARA LA  
AGRICULTURA FAMILIAR, EN EL ECUADOR.**

Por:

Carlos Estuardo Caicedo Vargas

Tesis presentada como parte de los requerimientos para optar al grado de Doctor por la  
Universidad de Córdoba.

Programa de Doctorado en Recursos Naturales y Gestión Sostenible

Instituto de Sociología y Estudios Campesinos

Universidad de Córdoba

Noviembre, 2023

*“Hijo, debes seguir estudiando,  
luego podrás trabajar,  
la educación y tu profesión  
serán la mejor herencia  
que podré dejarte”*  
Carlos Enrique Caicedo Jara<sup>1</sup>

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi querida esposa Lorena, a mis hijas Denissita, Carlita, a mis nietas Lucía, Julia y a mi yerno Paco, por su incondicional apoyo familiar, para cumplir con la meta del Doctorado.

A Charito, mi querida madre, a Carlitos mi querido padre que desde el cielo siempre está con nosotros, a mis hermanas, hermanos y, a toda la familia que siempre estuvieron pendientes y con su apoyo moral.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y, un especial agradecimiento a los equipos técnico, administrativo y de trabajo de la Estación Experimental Central de la Amazonía (EECA), por su apoyo decidido para cumplir con los objetivos de esta investigación.

A los Doctores David Gallar-Hernández y David Pérez-Neira, responsables de la dirección de mi tesis, compañeros y amigos, por su valiosa orientación, dirección y aportes para la calidad de la tesis y de los artículos científicos. A los Doctores Julio Abad y Lenin Ron, por su apoyo en los análisis estadísticos. A los doctores Alfonso Suárez (ESPOCH-Ecuador) y Bolier Torres (UEA-Ecuador) por su aporte en la evaluación externa de la tesis. Especial agradecimiento al Dr. Carlos Nieto, Ing. César García y al Dr. Paolo Barberi por su apoyo incondicional.

A los equipos técnicos de cacao del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) de las Direcciones Provinciales de Napo, Orellana y Sucumbíos y a las familias de productores y directivos de las Asociaciones, Kallari, Wiñak, Tsatsayaku, Asosumaco, San Carlos y Aprocel.

A la Universidad de Córdoba (UCO) e Instituto de Sociología y Estudios Campesinos (ISEC), a la Universidad de León y Departamento de Economía y Estadística, España y a la Scuola Superiore Sant’Ana, Italia

Finalmente, agradezco al Fondo de Investigación para la Agrobiodiversidad, Semillas y Agricultura Sustentable (FIASA) por su apoyo a través del proyecto “Investigación y difusión de tecnologías para la producción agroecológica y bienestar de las familias de la Circunscripción Territorial Especial Amazónica (CTEA)”.

Muchas Gracias.

---

<sup>1</sup> Productor agroecológico (1947-2006)<sup>+</sup>

#	CONTENIDO	Páginas
	<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b>	18
1.1.	<i>Contexto de los sistemas de producción de cacao en la Amazonía ecuatoriana.</i>	18
1.2.	<i>Importancia de la agroecología, agroforestería y las políticas para la transición y escalamiento agroecológico.</i>	25
1.3.	<i>Avances de investigación, brechas, problemas, objetivos y metodologías de investigación.</i>	31
	<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>	45
2.1.	<i>Agroecología, sistemas agroforestales y economía campesina</i>	45
2.2.	<i>Economía ecológica, metabolismo energético, huella de carbono y análisis del ciclo de vida.</i>	47
2.3.	<i>Agroecosistema, transición, escalamiento, políticas públicas agroecológicas,</i>	49
	<b>CAPÍTULO III: RESULTADO 1 (Objetivo específico 1).</b>	54
	<b>La agroecología como medio para mejorar el metabolismo energético y la gestión económica en pequeños productores de cacao en la Amazonía ecuatoriana.</b>	54
	<i>Resumen</i>	54
	<i>Palabras clave</i>	55
<b>3.1.</b>	<b>Introducción</b>	56
<b>3.2.</b>	<b>Materiales y métodos</b>	60
3.2.1.	<i>Estudio de caso y recopilación de información primaria.</i>	60
3.2.2.	<i>Evaluación ambiental y económica de la producción de cacao en la Amazonía ecuatoriana.</i>	62
3.2.2.1.	<i>Límites del sistema, unidad funcional e inventario</i>	62
3.2.2.2.	<i>Metabolismo energético, huella de carbono y otros impactos ambientales durante las operaciones agrícolas.</i>	63
3.2.2.3.	<i>Análisis costo-beneficio del manejo del cacao en finca</i>	64
3.2.3.	<i>Análisis estadístico, caracterización y clasificación técnico-económica de la producción de cacao en la región amazónica.</i>	65
<b>3.3.</b>	<b>Resultados</b>	66

3.3.1.	<i>Metabolismo energético y económico de la producción de cacao en la Amazonía ecuatoriana.</i>	66
3.3.2.	<i>Caracterización técnico-económica y tipologías de manejo en la producción de cacao amazónico.</i>	69
3.4.	<b>Discusión</b>	74
3.4.1.	<i>Impactos económicos y ambientales de la producción de cacao en la Amazonía ecuatoriana.</i>	74
3.4.2.	<i>Estilos de manejo en cacao amazónico y la necesidad de políticas públicas para el escalamiento de la agroecología.</i>	76
3.4.3.	<i>Limitaciones e investigación futura.</i>	78
3.5.	<b>Conclusiones</b>	76
	<b>CAPÍTULO IV: RESULTADO 2 (Objetivo específico 2).</b>	80
	<b>Evaluación del impacto ambiental y desempeño económico de sistemas agroforestales de cacao, en la región amazónica ecuatoriana: un enfoque de ACV.</b>	
	<i>Resumen</i>	80
	<i>Palabras clave</i>	81
4.1.	<b>Introducción</b>	81
4.2.	<b>Materiales y Métodos</b>	85
4.2.1.	<i>Estudio de caso: selección de muestras, límites, unidad funcional e inventario.</i>	85
4.2.2.	<i>. Análisis del impacto ambiental y económico de la producción de cacao.</i>	86
4.2.2.1.	<i>Dimensión ambiental.</i>	86
4.2.2.2.	<i>Dimensión económica.</i>	87
4.2.3.	<i>Indicadores de eficiencia ambiental y económica.</i>	87
4.2.4.	<i>Análisis estadístico: contraste entre manejo convencional y orgánico.</i>	87
4.3.	<b>Resultados</b>	88
4.3.1.	<i>Producción de alimentos, energía, GEI, HH y eficiencia económica en la producción de cacao orgánico y convencional.</i>	88
4.3.2.	<i>Categorías adicionales de impacto ambiental: enfoque ACV.</i>	90
4.4.	<b>Discusión</b>	91
4.4.1.	<i>Comportamiento ambiental y económico de la producción de cacao en la Amazonía Ecuatoriana.</i>	91
4.4.2.	<i>Puntos críticos y propuestas de mejora en la producción orgánica.</i>	93

4.4.3.	<i>Límites del estudio y perspectivas futuras.</i>	94
4.5.	<b>Conclusiones.</b>	95
	<b>CAPÍTULO V: RESULTADO 3 (Objetivo específico 3).</b>	96
	<b>Potencial agroecológico para la transición de sistemas de producción de cacao en la Amazonía ecuatoriana.</b>	
	<i>Resumen</i>	96
	<i>Palabras clave</i>	97
5.1.	<b>Introducción</b>	98
5.2.	<b>Materiales y Métodos</b>	103
5.2.1.	<i>Estudio de caso</i>	103
5.2.2.	<i>Recopilación de datos primarios.</i>	104
5.2.2.1.	<i>Entrevistas y encuestas para la caracterización y diagnóstico de problemas (Fase 1)</i>	104
5.2.2.2.	<i>Talleres y flujograma participativo para la definición de medidas/políticas de intervención encaminadas a fortalecer la transición agroecológica (Fase 2).</i>	106
5.2.3.	<i>Estructura de la información y Análisis estadístico</i>	107
5.3.	<b>Resultados</b>	108
5.3.1.	<i>Caracterización y diagnóstico de los principales problemas técnico-productivos, socio-económico y cultural-organizativos.</i>	108
5.3.2.	<i>Priorización de problemas y acciones propuestas para la transición agroecológica.</i>	117
5.4.	<b>Discusión</b>	120
5.5.	<b>Conclusiones</b>	124
	<b>CHAPTER VI: GENERAL CONCLUSIONS</b>	126
	<b>REFERENCIAS</b>	132
	<b>ANEXOS</b>	159

#	Lista de Tablas	Páginas
1.1.	Resumen metodológico de la tesis doctoral.	41
2.1.	Dimensiones para la transición agroecológica	52
3.1.	Metabolismo energético y económico de la producción de cacao en pequeña escala en la Amazonía ecuatoriana (estimaciones promedio por hectárea y total más de 40.000 ha)	67
3.2.	Indicadores de eficiencia ambiental y económica en la producción de cacao en la Amazonía ecuatoriana (diferentes unidades; (*) = total -sobre 40.000 ha)	69
3.3.	Principales características de las fincas según estilos de manejo de cacao en la Amazonía ecuatoriana.	71
4.1.	Principales trabajos que analizan el impacto ambiental y económico del cacao/chocolate en base a la metodología del LCA.	84
4.2.	Producción de alimentos, energía, PCA, HH y eficiencia económica en la producción y venta de sistemas agroforestales de cacao (convencional vs. orgánico): a) cacao y b) producción vendida (cacao + otros productos). La tabla también muestra medias recortadas al 95% para todas las variables en ambas muestras (SAFc y SAFo) para eliminar la influencia de valores atípicos o puntos de datos en las colas que pueden afectar injustamente la media tradicional.	89
4.3.	Categorías de impacto del ACV por kilogramo de cacao en sistemas agroforestales (SAFc vs SAFo). La tabla también muestra una estimación de la diferencia de los parámetros de ubicación entre granjas convencionales y orgánicas y los correspondientes intervalos de confianza no paramétricos del 95% (IC del 95%).	91
5.1.	Año de fundación, número de socios, forma de comercialización del cacao y venta de otros productos de las seis asociaciones de cacao analizadas	104
5.2.	Síntesis de las herramientas metodológicas utilizadas para recoger la información primaria	105
5.3.	Principales cuestiones abordadas en las entrevistas a directivos y encuestas a los agricultores	106
5.4.	Dimensión TP relativa a la caracterización de los sistemas productivos (A), de manejo (B) y diversificación (C) en la producción de cacao en la Amazonía ecuatoriana (ns y * = diferencias no significativas y significativas entre KTW y ASA; $p < 0.005$ ) (% sobre el total de fincas).	109
5.5.	Características de las fincas en la dimensión SE en relación a los ingresos (D), costes (E) y viabilidad económica (F) de la producción de cacao en la Amazonía ecuatoriana (valores medios; % sobre la media) (ns y * = diferencias no significativas y significativas entre KTW y ASA; $p < 0.005$ ).	112
5.6.	Dimensión CO relativas al cooperativismo y participación (g), visión (h) y formación en la producción cacao en la Amazonía ecuatoriana (% número de	114

socios) (ns y \* = diferencias no significativas y significativas entre KTW y ASA;  $p < 0.005$ ).

5.7.	Principales problemas y nudos críticos en función de las tres dimensiones definidas.	116
5.8.	Nudos críticos y acciones propuestas de intervención según criterio de productores KTW y ASA en la dimensión TP.	117
5.9.	Nudos críticos y acciones propuestas de intervención según criterio de productores KTW y ASA en la dimensión SE.	119
5.10.	Nudos críticos y acciones propuestas de intervención según criterio de productores KTW y ASA en la dimensión CO.	120

#	Lista de Figuras	Páginas
1.1.	Problemas, preguntas, objetivos y metodología de la investigación	40
2.1.	Características del agroecosistema verde del futuro: productividad, diversidad, integración y eficiencia	51
2.2.	Dimensiones de la agroecología: técnico-productivo, socio-económico, cultural-organizativo, para la transición agroecológica y escalamiento.	52
3.1.	Centro norte de la Amazonía ecuatoriana (Napo, Orellana y Sucumbíos).	61
3.2.	Metabolismo energético de la producción de cacao en pequeñas fincas en la Amazonía ecuatoriana (total más de 40.000 ha).	68
3.3.	Dendrograma de conglomerados y gráfico de conglomerados de la producción de cacao en la Amazonía ecuatoriana.	70
3.4.	Huella de carbono, consumo de energía e indicadores económico-ambientales por clúster.	72
3.5.	Comparación de resultados de rentabilidad, consumo de energía, huella de carbono e indicadores de ecoeficiencia de las fincas del clúster 2, clúster 3 (convencional) y clúster 3 (orgánico) con resultados promedio. Los indicadores con asterisco (*) se refieren al cacao, mientras que los demás se refieren a la producción vendida.	74
4.1.	Estructura de impactos ambientales (DEA, GEI y HH) y costos económicos (CT) por gestión de producción en % (SAFc vs SAFo)	90
5.1.	Localidades seleccionadas para este estudio	103

#	Lista de Fotos	Páginas
1.1.	Visita a chakra-cacao	42
1.2.	Visita a Asociación	42
1.3.	Entrevistas	42
1.4.	Encuestas	42
1.5.	Sistema agroforestal de cacao	43
1.6.	Planta de cacao nacional	43
1.7.	Cultivo de yuca en SAF	43
1.8.	Cultivo de plátano en SAF	43
1.9	Cacao-subproductos	44
1.10	Taller participativo	44

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

El Desarrollo Sostenible busca un equilibrio vivible, equitativo y viable en tres dimensiones: social, con equidad y justicia social; económica, con equilibrio económico y, ambiental, respeto al medio ambiente. (ONU, 2023)

### *1.1. Contexto de los sistemas de producción de cacao en la Amazonía ecuatoriana.*

Ecuador es un país megadiverso, multiétnico y pluricultural, está ubicado en América del Sur, tiene una superficie de 256.370 km<sup>2</sup> constituida por cuatro regiones naturales: Costa, Sierra, Amazonía y Archipiélago de Galápagos, por la división político-administrativa tiene 24 provincias, 221 cantones y 1499 parroquias. La población ecuatoriana es de 16´938.936 personas, el 63% vive en el área urbana y el 37% en el área rural, el 51,3% son mujeres y el 48,7% hombres (INEC, 2023), es de una riqueza cultural única, con más de 14 nacionalidades indígenas y 13 idiomas hablados.

Ecuador tiene una economía dolarizada desde hace 23 años, el Producto Interno Bruto (PIB) presentó un crecimiento anual de 2,9% en el 2022 que fue impulsado principalmente por el dinamismo del Consumo de los Hogares en 4,6%, seguido del Gasto de Gobierno en 4,5%; y Exportaciones en 2,5%, a nivel de industrias, 14 de las 18 actividades económicas reportaron crecimientos en el 2022, entre los sectores con mayor crecimiento se encuentran: Alojamiento y Servicios de Comida (12,2%), Acuicultura y Pesca de Camarón (11,8%), Correo y Comunicaciones (10,7%), Suministro de Electricidad y Agua (6,7%), Enseñanza y Servicios Sociales y de Salud (5,8%) (BCE, 2023).

La balanza comercial arroja un saldo positivo, lo que ha generado cierto crecimiento económico y avances sociales relativos (INEC, 2023) aunque al final los resultados continúan bajos en relación a años anteriores y no son alentadores por la aplicación parcial o no aplicación de políticas públicas, por la contaminación ambiental, pérdida de la biodiversidad, porque el crecimiento ha sido lento e inestable dejando de lado sectores estratégicos como la agricultura, manufactura y las exportaciones de productos con valor

agregado lo que no ha permitido superar la pobreza, desnutrición crónica, la inequidad social, empleo productivo y el subempleo masivo (SIPA, 2023; Larrea et al., 2017).

Ecuador tiene una superficie agropecuaria de 5'168.362 ha, con un total de 842.882 Unidades Productivas Agropecuarias (UPAs) distribuidas en la Costa (26,61%), Sierra (67,34%), Amazonía (5,97%) y Galápagos (0,07%). Los principales cultivos son cacao (591.600 ha), maíz duro seco (372.600 ha), arroz (343.100 ha), palma aceitera (196.100 ha) y banano (172.700 ha) (INEC, 2023) además se destaca la producción de al menos ocho tipos de flores para exportación y la producción de frutas, hortalizas, granos y tubérculos para seguridad alimentaria. En la parte pecuaria existen 3'860.493 cabezas de ganado vacuno, 943.249 de ganado porcino, 551.960 ganado ovino y 148.806 ganado caballar, piscicultura y producción de camarones para la exportación. En el año 2022 la Agricultura Familiar Campesina (AFC) ha generado 299 Circuitos Alternativos de Comercialización (CIALCO) con un número de 6.494 de productores participantes (INEC, 2023).

Históricamente el Ecuador ha sido considerado como país con aptitud agrícola a pesar que el 53,6% de territorio nacional tiene aptitud forestal o para conservación, apenas el 12% tiene aptitud para ciclo corto, más un 8,6% con aptitudes para otros cultivos intensivos, pero con algunas limitaciones, un 4% con aptitud para cultivos perennes y un 14% para pastos (Nieto y Caicedo, 2012) sin embargo el sector agropecuario tuvo una mejoría en el 2021 con relación al 2020 ya que la pandemia no afectó fuertemente al sector, aunque en los últimos años los cultivos tradicionales como banano, café y cacao presentaron reducciones debido a factores climatológicos y a los precios internacionales por lo que frenó el crecimiento del sector sin embargo el desarrollo de nuevos cultivos y nuevas superficies además el aumento de la productividad permitió mitigar el efecto de precios bajos en cultivos como el banano y el cacao además la introducción de nuevos cultivos genera una percepción de mayor diversificación en el futuro (SIPA, 2023).

El cultivo de cacao es muy importante para la economía de miles de productores en las tres regiones del Ecuador: Costa, Sierra y Amazonia, porque contribuye con el 1% del PIB nacional y 9% del PIB agrícola y genera aproximadamente 390.000 puestos de trabajo, según el estudio sobre la cadena de valor del cacao realizada por (Avadí et al., 2021; Anecacao, 2022), las estrategias de manejo asociadas a los principales clones de

cacao en Ecuador de acuerdo al tamaño de explotación son >70% con cacao CCN51 y 60% cacao nacional en lotes < 5ha., con densidades de siembra de 900 a 1200 plantas.ha<sup>-1</sup> y 599 plantas.ha<sup>-1</sup> o menos, respectivamente. Las enfermedades como monilia atacan en menor porcentaje al CCN51, pero en el cacao nacional es más agresivo por falta de manejo (Avadí et al., 2021; Villacis et al., 2022).

Además se reportan tres tipos de productores: de subsistencia < 5 ha, microempresario < 20ha y gran productor >50 ha aunque mayormente el 84% de UPAs son de subsistencia, 14,8% microempresarios, 0,7% productor mediano y apenas el 0,2% gran productor y promueven la producción ecológica el 44%, 22%, 18% y 14%, respectivamente, (Avadí et al., 2021; Barrera et al., 2019), mientras que el monocultivo es un sistema predominante y apenas el 12% cultivan asociado (Somarriba et al., 2018), en los tres tipos de productores a nivel nacional, con rendimientos que varían de acuerdo al tipo de productor desde 0,37 t.ha<sup>-1</sup> productor de subsistencia, 0,40 t.ha<sup>-1</sup> microempresario, 0,54 t.ha<sup>-1</sup> productor mediano y 0,88 t.ha<sup>-1</sup> gran productor (Avadí et al., 2021; Villacis et al., 2022)

La comercialización tanto del CCN51 (76%) como del cacao nacional (83%) se realiza en baba de forma directa a los acopiadores o a través de intermediarios acopiadores quienes garantizan el negocio, transporte, fermentación, secado y enlazando a los productores con los exportadores o agroindustrias del chocolate, también existen centros de acopio de intermediarios comerciantes (intermediarios secadores), que compran cacao en estado de baba, escurrido, semiseco, usualmente en campo de productores, otros intermediarios compran sin postcosecha (intermediarios recolectores/comerciantes) (Avadí et al., 2021; Villacis et al., 2022; Barrera et al., 2019; Sánchez., et al., 2019). A partir de grano fermentado o seco se denominan transformador primario/intermedio, transformador secundario y transformador artesanal. En relación al componente de la cadena de los proveedores generalmente son de extensión agrícola y proveedores de insumos agrícolas, certificadores, asociaciones de pequeños productores, exportadores y mercados (Avadí et al., 2021; Barrera et al., 2019).

Las políticas públicas, a través de leyes, reglamentos que fomentan proyectos en investigación y extensión en cacao son limitadas, en la mayoría de casos estos tienen recortes presupuestarios y no son financiados en su totalidad para el cumplimiento de las

metas establecidas. En el año 2019, el Gobierno elevó a nivel de Política Pública el Plan de Mejora Competitiva de Cacao y Derivados (Decreto Ejecutivo No. 791 del 17/06/2019) y están en ejecución varios programas y proyectos orientados a la producción, procesamiento y comercialización de cacao nacional en Ecuador por ejemplo el Programa Café y Cacao, PROamazonía, en apoyo a la producción sostenible (Avadí et al., 2021; Sánchez., et al., 2019; Villacis et al., 2022).

INIAP, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, conjuntamente con la academia, ejecutan varios programas y proyectos de investigación y transferencia para al rescate, conservación y mejoramiento de cacao nacional fino y de aroma, selección y obtención de nuevos clones promisorios. Existen otros programas de servicios sanitarios y técnicos de apoyo a la producción como el de Buenas Prácticas Agropecuarias de AGROCALIDAD y fomento de la producción a través de créditos productivos del BanEcuador, también es importante destacar los esfuerzos por parte de instituciones públicas y privadas por rescatar la cultura y alimentos a base de cacao y chocolate (Avadí et al., 2021; INIAP, 2021; Sánchez., et al., 2019).

En Ecuador el Consejo Consultivo de Cacao, la Asociación Coordinadora Ecuatoriana de Productores de Cacao Nacional Fino y de Aroma (ACEPROCACAO) y la Corporación de Organizaciones de Cacao Fino y de Aroma (CONCACAO) están vigentes, pero están inactivos. La Asociación Nacional de Exportadores de Cacao (ANECACAO), es una de las organizaciones que coordina con varios de los actores de la cadena, especialmente exportadores y productores grandes (Avadí et al., 2021).

Lo anterior, llama la atención porque existen normativas internacionales que obliga a consensuar una estrategia nacional frente a estos reglamentos necesario o no, como los niveles máximos de cadmio permitidos en productos de cacao y sistema de deforestación cero en cultivos de cacao, por parte de la Unión Europea, lo cual podría generar un cierre parcial o definitivo de ese mercado importante para los productores del país (GIZ, 2022, Anecacao, 2022).

La Comisión Europea concluyó que el chocolate y el cacao en polvo que se venden pueden contener altos niveles de cadmio y, por tal razón se han establecido los niveles máximos de cadmio para los distintos tipos de chocolates (0,30 a 0,80 mg.kg<sup>-1</sup>) y cacao

en polvo de venta al público ( $0,60 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), todos los límites máximos de cadmio se establecen en los productos de chocolate y no en la materia prima (granos de cacao) sin embargo los compradores están aplicando estos límites a los granos de cacao que compran, para garantizar que los productos finales que ellos elaboran estén por debajo de los límites máximos fijados aunque ciertas investigaciones dan evidencia que dentro de una estrategia para bajar estos niveles deberán considerarse factores genéticos y agronómicos como portainjertos (López et al., 2021).

El Reglamento de la Unión Europea (UE) sobre deforestación cero, tiene como objetivo evitar que productos asociados con la deforestación ingresen al mercado de la UE. Siete materias primas representan el mayor porcentaje de la deforestación impulsada por la Unión Europea: palma aceitera (34%), soja (32,8%), madera (8.6%), cacao (75%), café (7%), ganado bovino (5%) y caucho (3,4%). El Reglamento fue publicado en el Diario Oficial de la Unión Europea el 9 de junio de 2023 y entró en vigor el 29 de junio del 2023. Sin embargo, los artículos 3 a 13; 16 a 24; 26; 31 y 32 se aplicarán a partir del 30 de diciembre de 2024 y 30 de junio de 2025 para micro y pequeñas empresas (Unión Europea, 2023).

En este contexto la Amazonía ecuatoriana, tiene una extensión territorial de 116.441  $\text{km}^2$  que representa el 45% del territorio nacional. Geopolíticamente está formado por seis provincias (Sucumbíos, Orellana, Napo, Pastaza, Morona Santiago y Zamora Chinchipe), estas provincias están divididas en 41 cantones y 210 parroquias con una población de 928.251 personas es decir el 5,48% de la población nacional, aunque la tasa de crecimiento poblacional ha bajado con respecto al Censo del 2010 (INEC, 2023).

La región aporta al desarrollo del país con servicios turísticos, agroindustria y la producción petrolera y minera, parte de estas utilidades petroleras son administradas por la Secretaría Técnica de la Circunscripción Territorial Amazónica (STCTEA), a través de proyectos gestionados por todos los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales, Cantonales y Parroquiales, según lineamientos de la Ley de la Circunscripción Territorial Amazónica (CTEA) (CTEA, 2021). En esta región se encuentran 11 de las 14 nacionalidades indígenas del Ecuador, las mismas que forman parte de la Confederación de Nacionalidades Indígenas de la Amazonía Ecuatoriana (CONFENIAE) organización indígena regional que representa a cerca de 1.500

comunidades pertenecientes a las nacionalidades Kichwa, Shuar, Achuar, Waorani, Sapara, Andwa, Shiwiar, Cofan, Siona, Siekopai y Kijus (CONFENIAE, 2023).

Predominan los montes y bosques con el 78,85%, los pastos naturales el 0,75 %, los pastos cultivados el 9,25 %, los cultivos permanentes el 3,33 %, los cultivos transitorios el 3,06 %, otros usos el 4,23 %, descanso el 0,19 % y páramos el 0,34 %. (INEC, 2023). El uso actual del suelo de la Amazonía ecuatoriana se realiza por 50.352 UPAs es decir el 5,7 % del total nacional, distribuidas de norte a sur en Sucumbíos (15,68%), Orellana (11,84%); Napo (10,45%); Pastaza (10,16%); Morona Santiago (33,97%) y Zamora Chinchipe (17,89%) (INEC, 2023), según el último censo realizado el año 2022, estas UPAs son de diferentes tamaños: pequeñas (13,29%), medianas (19,31%), grandes (58,71%) y muy grandes (8,68%).

Los cultivos más representativos en la Amazonía ecuatoriana son cacao (43.859 ha), palma aceitera (32.947 ha), café (20.965 ha), maíz duro seco (13.728 ha), plátano (9.373 ha), yuca (2.776), caña de azúcar-otros (1240 ha), caña de azúcar-azúcar (726 ha) y, otros rubros por la alta agrobiodiversidad y biodiversidad, cuya conservación y uso son para alimentación, medicina natural, artesanías, madera y fibras e inclusive para nuevos emprendimientos y cadenas de valor de exportación como la guayusa, pitahaya, etc. (INEC, 2023).

El cultivo de cacao en la Amazonía ecuatoriana representa el 10% de la producción nacional con áreas representativas en las provincias de Sucumbíos (70%), Orellana (16%) y Napo (12%), constituyéndose en una base fundamental de la economía familiar del sector rural (MAG, 2022; ESPAC, 2022; Anecacao, 2022; Faostat, 2022). En la región amazónica existen sistemas de producción de cacao con distintos estilos de manejo y, por tanto, distintos impactos ecológicos en la finca y el territorio, e impactos en las economías y estilos de vida de las familias productoras y en sus organizaciones (Garcés, 2011; Díaz-Montenegro, 2018; Bonaudo, 2014).

En este sentido, se encuentran sistemas de producción 1) convencional, mayoritariamente como monocultivo, utilizando tecnologías de la Revolución Verde, paquetes tecnológicos con fertilizantes e insumos agroquímicos que perjudican a la biodiversidad y fertilidad del suelo, 2) orgánico, que usan prácticas locales, insumos

orgánicos y tienen certificación de producción orgánica y 3) agroecológico, que usan prácticas locales más tecnologías ecoeficientes, rotaciones, asociaciones, abonos orgánicos y no poseen certificación aunque a pesar de ciertos avances existe falta de información y/o resultados de investigaciones sobre temas fundamentales como tipos de productores, formas de manejo de cacao (Garcés, 2011; Díaz-Montenegro, 2018; Bonaudo, 2014).

En la provincia de Napo, desde hace aproximadamente 15 años, operan las asociaciones de productores de cacao Tsatsayaku, Kallari y Wiñak, y en donde prevalece el sistema agroforestal ancestral Chakra Amazónica que presenta las siguientes ventajas: Captura carbono con valores promedios de 140,33 Mg C ha<sup>-1</sup> en el área de la asociación Kallari, 206,66 Mg C ha<sup>-1</sup> en Wiñak y 140,33 Mg C ha<sup>-1</sup> en Tsatsayakau por lo que representan un importante sumidero de carbono en relación al monocultivo de cacao (Torres et al., 2022).

La Chakra es diversa, la mayor cantidad de carbono capturado se concentra generalmente en un promedio de 10 especies, que varían entre asociaciones de cultivos, esto complementa la conservación y el manejo de los paisajes para conservar y proteger los fragmentos de bosque remanentes, aumentar la cobertura arbórea en las fincas y amortiguar y conectar las áreas protegidas además la diversidad de especies y la combinación entre árboles frutales, plantas de cacao, árboles maderables y otros, tienen una importancia especial en la captura de carbono sobre el suelo por lo que son una alternativa para transición agroecológica por su diversidad, capacidad de captura de carbono, seguridad y soberanía alimentaria (Torres et al., 2022; Caicedo et al., 2022a; 2023).

La comercialización se realiza mayormente por las tres asociaciones Kallari (322 socios de las cuales 56% son mujeres), Wiñak (263 socios, de la cual 65% son mujeres) y Tsatsayaku (51 socios con el 51% de mujeres) los mismos que suman al menos 2210 productores abastecedores de materia prima de cacao generalmente en baba para el copio, secado, procesado y comercialización (Torres et al., 2022).

Estos productores tienen diferentes medios de vida como el capital humano (hogares con 5 miembros en promedio), social (etnias kichwa 90%, mestizo 10%); capital

natural (al menos 3 cultivos, 33 árboles, palmas, arbustos) y áreas de la chakra en promedio de 2,2 ha y de la finca de 8ha; capital físico, se refiere a equipos y herramientas para el manejo del cultivo de cacao como motosierras y moto guadañas, conectividad con internet, celular y bienes del hogar y, capital financiero se refiere al acceso a créditos (13%), a bonos (64%) (Torres et al., 2022).

En Kallari tienen un ingreso total anual de \$1871, los ingresos sólo de la chakra representan \$668 y la chakra contribuye con el 60% y el bono con 35% al ingreso total. En Wiñak el ingreso total anual es de \$1369, los ingresos sólo de la chakra representan \$493 y la chakra contribuye con el 55% y el bono con 36% al ingreso total y en Tsatsayaku el ingreso total anual es de \$3263, los ingresos sólo de la chakra representan \$490 y la chakra contribuye con el 38% y el bono con 24% al ingreso total (Torres et al., 2022; Caicedo et al., 2022b; 2023).

Los indicadores de sostenibilidad por cada una de las tres asociaciones fueron: Buena gobernanza, la asociación Kallari obtuvo el mejor puntaje de sostenibilidad, con una diferencia de 0,6 y 0,8 entre Tsatsayaku y Wiñak, respectivamente. Integridad ambiental en menor puntaje tiene la asociación Wiñak, con una diferencia de 0,4 y 10,1 entre Tsatsayaku y Kallari. Resiliencia económica la asociación Wiñak obtuvo 0,6 puntos menos en relación con Tsatsayaku y 14 puntos menos con la asociación Kallari. Bienestar social, la asociación Kallari obtuvo un puntaje superior con valores de 0,5 y 0,9, respecto a las asociaciones Wiñak y Tsatsayaku (Torres et al., 2022).

Finalmente, en los valores globales del grado de sostenibilidad se identifican que la asociación Kallari tiene un puntaje de 3, considerado como limitado; la asociación Tsatsayaku tiene un puntaje de sostenibilidad de 2,4 y Wiñak con un valor de 2, consideradas dentro del umbral de limitado. Esta información es muy importante para el fortalecimiento de las tres Asociaciones de la provincia de Napo, pero aún queda por realizar similares investigaciones con las Asociaciones de Orellana y Sucumbíos, en donde se concentra la mayor superficie de producción de cacao por lo que este estudio reviste de mucho interés por la generación de información sobre los sistemas agrforestales con cacao en estas localidades (Torres et al., 2022; Caicedo et al., 2022a; 2023).

*1.2. Importancia de la agroecología, agroforestería y las políticas para la transición y escalamiento agroecológico.*

La sindemia global por el cambio climático, la desnutrición y la degradación ambiental además el comportamiento ineficiente del sector privado, público y los hábitos alimentarios por la agricultura industrial promovida por políticas públicas después de la Segunda Guerra Mundial (Revolución Verde) están provocando la pérdida de la biodiversidad y función del ecosistema por lo que han generado una mayor demanda por enfoques integrales y holísticos que aborden simultáneamente las múltiples dimensiones de estos problemas y que impulsen el fortalecimiento de la agroecología como un enfoque y referente de importantes políticas públicas en muchos países del mundo (Borrel, 2019; Griffon, 1997).

En este contexto existen muchos debates técnico-científicos-productores-industria para llegar a un consenso de soluciones pero en su mayoría han generado nuevas políticas para promover una Revolución Doblemente Verde que promete alimentos para todos en el siglo XXI con variedades de cultivos y razas de ganado hiperproductivas, enriquecidas y resistentes, carnes cultivadas en laboratorio y de origen vegetal, un aumento de componentes funcionales y nutraceuticos pero que además no marginen a los pequeños productores y productores indígenas, mediante una intensificación sostenible de los ecosistemas cultivados (Borrel, 2019; Griffon, 1997).

Aunque los movimientos de agroecología se han organizado en respuesta a problemas con la agricultura industrial y los sistemas alimentarios, los principios de la agroecología con prácticas importantes como la agroforestería, pueden brindar beneficios para la transición de los sistemas agrícolas, actualmente existen una serie de lineamientos de las políticas orientadas al apoyo de las transiciones agroecológicas: a) orientadas al consumidor; b) orientadas al productor; c); orientadas al mercado y al entorno alimentario; d) políticas macro y orientadas al comercio y, e) políticas transversales (Borrel, 2019; Griffon, 1997).

Una de las prácticas que cumple todos los principios agroecológicos es la agroforestería, un sistema de gestión dinámico de recursos naturales de base ecológica que, a través de la integración de los árboles en las fincas y en el paisaje agrícola, diversifica y sostiene la producción y construye instituciones sociales (Altieri and Nicholls, 2012) además un amplio conjunto de prácticas adaptadas ecológica y socialmente, está ayudando a restaurar la productividad y la resiliencia de los paisajes, especialmente en otros grupos vulnerables de la sociedad (Caicedo et al., 2022a; Virginio et al., 2014), la agroforestería

se basa en una sólida comprensión de la agroecología y una mejor comprensión de los sistemas sociales y económicos de las personas que habitan estos paisajes por lo que fomenta la bioeconomía sostenible (Caicedo et al., 2022b; Virginio et al., 2014; Sanz-Cañada et al., 2021).

La agroecología y agroforestería son importantes en varios componentes: a) servicios ecosistémicos, paisaje y desarrollo rural; b) sistemas e innovaciones agroforestales; c) política para el desarrollo sostenible; 4) educación y difusión, por tanto aportan para el cumplimiento de la Agenda 2030 y para contribuir con la visión global de los objetivos y metas del Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente en los ODS 1, Fin de la pobreza; ODS 2, Hambre cero; ODS 3, Salud y bienestar; ODS 12, Producción y consumo responsable; ODS 13, Acción por el clima y ODS 17, Alianza para lograr objetivos (ONU, 2023) además existen grandes organizaciones en el mundo para fortalecer el nexo entre el conocimiento empírico y científico para la seguridad y soberanía alimentaria, y que fomentan la Agroecología Campesina y el Feminismo Campesino Popular (La Vía Campesina, 2023)

Los principios agroecológicos en las dimensiones técnico-productivo, socioeconómico y cultural-organizativo son el soporte para que las organizaciones sean resilientes y escalen a un mayor número de productores en sus áreas de influencia, por ejemplo en la Amazonía ecuatoriana, la aptitud ideal de uso del suelo es el bosque y no actividades agropecuarias, ni menos con actividades de agricultura de tipo convencional por lo que se recomienda la conservación de ecosistemas estratégicos, manejo sostenible de bosques, agricultura sostenible a través de agroforestería, agrosilvopasturas, plantaciones forestales biodiversas y afines para reconvertir las áreas deforestadas y con monocultivos (Nieto y Caicedo, 2012)

Un caso destacable es la Chakra Amazónica, declarada en junio del 2023 como Sistema Internacional de Patrimonio Agrícola Mundial (SIPAM), sólo hay 70 en el mundo, es un sistema agroforestal ancestral importante en las dimensiones, técnico-productiva, socioeconómica, cultural-organizativa, en los espacios productivos dentro del agroecosistema lo gestionan las familias, principalmente las mujeres, desde una perspectiva orgánica y biodiversa, ofreciendo múltiples servicios a las poblaciones, las familias de las comunidades kichwa y kijus quienes cultivan cacao junto con especies maderables, frutales, medicinales, artesanales, comestibles y ornamentales en forma de policultivo,

además de la caza y los productos forestales maderables y no maderables (FAO, 2021; Corporación Chakra, 2022; GADPN, 2017). Esta chakra amazónica mantiene patrones en su diseño espacial y en su ciclo de gestión temporal, que simulan los procesos naturales de sucesión o restauración de los bosques dentro del bioma amazónico el mismo que es único en cuanto a la integración de la gestión de bosques y cuencas hidrográficas, está orientado a la gestión eficiente de la baja fertilidad de los suelos amazónicos y las comunidades aplican una serie de mecanismos y prácticas agroforestales que garantizan la sombra y el cuidado del suelo (FAO, 2021; Corporación Chakra, 2022; GADPN, 2017).

Existen muchas experiencias de intentos de escalamiento de la agroecología a través de políticas públicas además en varios países se desarrollaron modelos con relativos éxitos, para lograr este objetivo, por ejemplo trabajaron varias instituciones públicas, privadas, organismos internacionales y los productores organizados de forma participativa en el marco de cinco dimensiones: desarrollo técnico-productivo, desarrollo organizacional, articulación institucional, desarrollo comercial y la concertación política en el ámbito local, regional y nacional (Ranaboldo y Venegas, 2007).

En Ecuador, en los últimos 15 años se generaron políticas públicas orientados a la sustentabilidad rural para la transición y escalamiento agroecológico, tanto a nivel nacional, provincial, cantonal y parroquial, varias de estas políticas se ejecutan a través de proyectos con financiamiento nacional como también internacional, con base a lo siguiente:

1) Investigación, la política pública de investigación es de responsabilidad de la Secretaría de Ciencia y Tecnología (SENESCYT)<sup>2</sup> y en el sector agropecuario lidera el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) a través de la Ley Orgánica de la Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura Sustentable (LOASFAS)<sup>3</sup>. Actualmente se ejecutan al menos 15 proyectos para la conservación de la agrobiodiversidad y agricultura sustentable del cacao y otros rubros.

---

<sup>2</sup> <https://www.educacionsuperior.gob.ec/> ; <sup>3</sup> <https://n9.cl/xqgjq>

2) La extensión y escalamiento agroecológico es liderado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería a través del Plan Nacional Agropecuario 20-30<sup>4</sup>, Plan de Mejora Competitiva para el Desarrollo Agroindustrial de la Cadena de Cacao-Chocolate<sup>5</sup> y la ejecución de varios proyectos como el proyecto de inversión en Asistencia Técnica y Extensión Rural (PIATER)<sup>6</sup>, proyecto de Agricultura Familiar y Campesina<sup>7</sup>. Así mismo, en territorio, la extensión y escalamiento del sector agroproductivo son de responsabilidad de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) Provinciales y Parroquiales en el marco del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)<sup>8</sup> bajo el principio de sustentabilidad del desarrollo y ordenanzas que permiten fortalecer sistemas agroforestales como la Chakra amazónica<sup>9</sup>, en el caso de la provincia de Napo y, lo anterior complementado con planes y proyectos.

3) Organismos no gubernamentales como FAO, GIZ, HEIFER que promueven la agroecología a través de procesos participativos y políticas públicas como el sistema participativo de garantías (SPG), escuelas de campo en agricultura sostenible, la chakra como Sistema Importante de Patrimonio Agrícola Mundial (SIPAM)<sup>10</sup>

4) Proyectos liderados por Pueblos y/o Nacionalidades Indígenas como CONFENIAE, Corporación Chakra y otras asociaciones de productores que fomentan el uso sostenible de cacao y la agrobiodiversidad.

5) Además, en la Amazonía ecuatoriana por mandato constitucional (Artículo 250) existe la Ley de la Circunscripción Territorial Especial Amazónica (CTEA)<sup>11</sup> que tiene por objeto regular la Planificación Integral de la Circunscripción Territorial Especial Amazónica y su ordenamiento territorial, observando aspectos sociales, económicos, culturales y ambientales; establecer políticas, lineamientos y normativas especiales para garantizar el desarrollo humano, el respeto a los derechos de la naturaleza, la conservación

---

<sup>4</sup> <https://n9.cl/e8eat>; <sup>5</sup> <https://n9.cl/iqvmd>; <sup>6</sup> <https://n9.cl/a9zsd0>; <sup>7</sup> <https://n9.cl/q5w7af>;

<sup>8</sup> <https://n9.cl/w55bk>; <sup>9</sup> <https://n9.cl/wii68>; <sup>10</sup> <https://n9.cl/9a0yyx>; <sup>11</sup> <https://n9.cl/vt7wy>

de sus ecosistemas y biodiversidad, su desarrollo sostenible, el derecho a la educación en todos los niveles, su patrimonio cultural, la memoria social, la interculturalidad y la plurinacionalidad.

Sin embargo, de un estudio específico realizado por (Valdivia y Le Coq, 2022) presentan una hoja de ruta para el escalamiento de la agroecología en Ecuador, en base a información cualitativa y cuantitativa obtenida con técnicas de entrevistas y encuestas realizadas a al menos 18 diferentes actores públicos, privados, productores y la academia y con el análisis de políticas públicas y proyectos en ejecución.

Entre los resultados se citan los siguientes: 1) El contexto de la agroecología en la política pública en Ecuador (Dinámica de la integración de la agroecología en Ecuador; Mapeo de políticas en favor de la agroecología en Ecuador; Programas y presupuesto para la implementación); 2) Factores para la escalabilidad de la agroecología: ¿Cuáles son los factores limitantes a nivel del entorno político-institucional?; ¿Cuáles son los factores limitantes para el escalamiento de la agroecología en Ecuador?; ¿Cuáles son las visiones de los diversos actores para el escalamiento de la agroecología en Ecuador?; ¿Cuáles son los aportes de los programas actuales a los factores?; 3) Propuestas de acciones (Priorización de los factores limitantes considerando el estado actual de la implementación de las políticas públicas e intervenciones; Hoja de ruta: propuesta desde la perspectiva de los actores) (Valdivia y Le Coq, 2022).

Esta hoja de ruta se propone con base a seis elementos importantes: 1) Mercados (con 33 acciones propuestas); 2) Alianzas (11 acciones propuestas); 3) Político (21 acciones propuestas); 4) Económico (7 acciones propuestas); 5) Conocimiento (6 acciones propuestas); y, 6) Recursos productivos (8 acciones propuestas), cada uno se desarrolla de acuerdo al estado de la problemática/programa que lo atiende, acciones propuestas, acciones sugeridas por actores e instituciones responsables cuyo número es limitado (Valdivia y Le Coq, 2022).

Entre las conclusiones se menciona que en Ecuador ha evolucionado la agroecología desde 1996 hasta la presente con base a la organización de productores y colectivos agroecológicos, al menos existen pocos proyectos emblemáticos que deberían fortalecerse, sin embargo no se consolida un mayor escalamiento a nivel nacional porque se da mayor prioridad a rubros de exportación y algunas políticas públicas necesitan de planes,

proyectos y presupuestos reales , contruidos de abajo hacia arriba y que enlacen la investigación-extensión y escalamiento agroecológico como una política representativa a nivel nacional (Valdivia y Le Coq, 2022).

### *1.3. Avances de investigación, brechas, problemas, objetivos y metodologías de investigación.*

Una de las últimas investigaciones en cacao, quizá una de las mas completa, es el estudio integral de la cadena de valor con la evaluación económica y ambiental (utilizando análisis de ciclo de vida (ACV) de la producción de cacao en Ecuador realizada por (Avadí et al., 2021; Avadí, 2023), estos autores proponen una nueva tipología de productores agrícolas (pequeño productor de subsistencia, pequeño productor microempresario, mediano y gran productor) que analizan en profundidad para cada una de las tres regiones ecuatorianas (Costa, Sierra y Amazonía), estos estudios también aportan amplia información sobre las subcadenas de valor y el impacto ambiental según las variedades cultivadas, los sistemas de cultivo, etc.

En los últimos años se han realizado múltiples e importantes investigaciones en el cultivo de cacao que muestra que la mayor diversidad de *Theobroma cacao* se encuentra en la región superior del Amazonas en el noroeste de América del Sur, lo que indica que esta región es su centro de origen (Zarrillo et. al., 2018) y sobre la diversidad de cacao que supera las 22 especies, para conservación y uso conocidos en la cuenca amazónica como Forasteros, en América Central, en la época precolombina, se conocían como Criollos mientras que el cacao Trinitario se originó en Trinidad (INIAP, 2020), por otro lado el cambio del uso del suelo provocó situaciones irreversibles desde el punto de vista ambiental, que generan impactos negativos tanto a la biodiversidad vegetal como a la biodiversidad del suelo según indicadores biológicos (Huera et. al., 2020). También se estudiaron alternativas para la sostenibilidad de las chakras, los medios de vida y las familias de tres asociaciones productores de cacao de la provincia de Napo en la Amazonía ecuatoriana (Torres et al., 2022), otras investigaciones señalan que un sistema agrícola armonioso es el resultado de la combinación de sistemas agroforestales de cacao con la agricultura migratoria (Vera et. al., 2020).

Las investigaciones también mencionan que las familias productoras complementan sus ingresos totales con el cacao en el sistema chakra y con actividades complementarias de producción de otros cultivos para el consumo en finca y venta fuera

de la misma (Torres, et al., 2022) y analizaron sobre el rápido crecimiento poblacional e implementación de proyectos gubernamentales en la Amazonía ecuatoriana que generó división de tierras (fincas), cambio en el uso del suelo y reducción significativa de cubierta forestal (Viteri et. al., 2020), además que la intensificación de la agricultura no conduce a una mejora de ingresos, exacerba desigualdades sociales, afecta al ecosistema, tiene mínimos beneficios para la economía nacional y conduce a los pequeños productores a niveles de subsistencia (Kovacic, 2017; Pichón, F. 1997) y sobre la identificación de beneficios en términos de objetivos ambientales y sociales versus rentabilidad económica que sean de utilidad en la aplicación de políticas públicas (Viteri et. al., 2018).

En este contexto, la cadena productiva de cacao debería promover el cambio del sistema de agricultura actual con baja eficiencia energética y alta demanda de energías no renovables con sistemas agroforestales y agricultura orgánica (Perez-Neira, D et al., 2020), que eviten la intensificación de los sistemas de producción y el reemplazo de los sistemas agroforestales tradicionales con monocultivos y aumentando el uso de insumos sintéticos externos y maquinaria (Perez-Neira et al., 2023), la industrialización de la agricultura ha provocado una reducción de eficiencia y mayor dependencia de las energías no renovables (Perez-Neira, D., 2016b) y los balances energéticos aplicados a la agricultura analizan la energía para la producción (comida, fibra, madera) que sale del sistema y está disponible para la sociedad (Guzmán et al., 2017) con el diseño de las políticas agrícolas centradas en la sostenibilidad debería favorecer fuertemente el establecimiento de sistemas agroforestales, en particular los que se gestionan orgánicamente (Armengot et al., 2021).

Entre los estudios realizados en agroforestería, en el centro norte de la Amazonía ecuatoriana, determinan que la mayor eficiencia energética en el cultivo de cacao bajo sistema agroforestal se alcanzó con el manejo bajo orgánico, al minimizar el consumo de energía, menor dependencia de insumos externos y disminución de los costos de producción, convirtiéndose en una alternativa dentro de un proceso de transición agroecológica en los ecosistemas frágiles de la Amazonía (Tinoco et. al., 2020) y el sistema agroforestal de cacao con la leguminosa *Erythrina poeppigiana* y con manejo orgánico intensivo presentó el mayor contenido de C (12,91 t. ha<sup>-1</sup>) y captura de CO<sub>2</sub> (47,40 t. ha<sup>-1</sup>) frente a manejos orgánico bajo, convencional alto y medio (Vera et. al.,

2020) así mismo la chakra con cacao, propagado por semilla, es el ecosistema productivo que almacena la mayor cantidad de C con un promedio de 141,4 Mg C ha<sup>-1</sup>, cantidad relativamente alta si se lo compara con el bosque primario que almacena un promedio de 334 Mg C ha<sup>-1</sup> en la misma zona, aunque el componente con mayor aporte al almacenamiento de C en el bosque es la biomasa viva con el 79,1% y, en los sistemas agrícolas, el suelo con rangos de 48,9 a 90,2% (Jadán et. al., 2012).

Estudios realizados en Sucumbíos, Orellana y Napo presentan un grado de vulnerabilidad alta por actividades antrópicas fenómeno asociado entre otros a sistemas agroproductivos no sostenibles, el cambio en el uso del suelo y cobertura vegetal en la Amazonía se ha centrado en las actividades forzosamente degradativas de la biodiversidad y las culturas locales (MAG, 2018; Mendieta, 2018), en la provincia de Napo, en la zona de reserva de la Bioesfera del Sumaco, con la participación de familias Kichuas y sistemas agroforestales ancestrales, se identificaron cuatro indicadores con bajo desempeño: uso de protección de materiales y medio ambiente, energía y clima, viabilidad económica y gestión agrícola, los mismos que deberán mejorarse (Heredia, et. al., 2021).

Sin embargo, el cambio climático es generalizado y rápido por lo que es necesario que las acciones humanas contribuyan a la reducción del dióxido de carbono CO<sub>2</sub>, uno de los principales causantes del cambio climático y a limitar otros gases como el metano (CH<sub>4</sub>) en beneficio tanto para la salud y el clima (IPCC, 2023), frente a la severidad de los impactos del cambio climático a nivel global que afectan a los sistemas naturales (biodiversidad, suelo) y humanos, también es necesario el estudio de indicadores de eficiencia energética, ambiental y económica que permitan generar políticas para la adaptación y gestión a gran escala y local.

En estudios del análisis del ciclo de vida (ACV) en cultivos perennes en la etapa productiva, analizaron cacao y 13 cultivos perennes (Pearce-Higgins et al., 2022), se evaluó el desempeño ambiental de la producción de cacao a partir del monocultivo de cacao y sistemas agroforestales mediante la metodología del ACV en base a las normas ISO 14040 y 14044 (Utomo, 2016), la evaluación del ciclo de vida para calcular los impactos a nivel de finca y una combinación de modelos de uso de la tierra con análisis espacial aplicaron tres diferentes escenarios futuros de producción de cacao (Parra-Paitan, 2022).

Otros estudios aplicaron la metodología del análisis del ciclo de vida (ACV) según (ISO, 2006), para contrastar el potencial de calentamiento global (PCG) entre sistemas de producción de cacao agroforestal orgánico y convencional versus el monocultivo convencional en tres escenarios diferentes de la cadena de suministro, analizó la huella de carbono del cacao (HC) además de 10 categorías de impacto relacionadas con el ACV (Perez-Neira et al., 2020). Según la metodología ACV se evalúan diferentes fases, entre países productores analizados: el caso del monocultivo de Indonesia resulta ser la situación más impactante, debido a un uso intensivo de agroquímicos; los plaguicidas dan una amplia contribución en Ecuador, mientras que Ghana se ve penalizado por el mayor consumo de agua (Bianchi et al., 2021), los resultados muestran la importante variabilidad de los impactos ambientales debido a la fase agrícola (es decir, dependiendo de los agroecosistemas y prácticas) y beneficios ambientales (Recanati et al., 2018).

También se utilizó la evaluación del ciclo de vida (ACV) (Using CML\_IA Baseline Method)) para estimar los impactos de 1 kg de envases barra de chocolate, siguiendo las normas ISO 14040 y 14044 (Boakye-Yiadom et al., 2021), se aplicó la evaluación del ciclo de vida (ACV) y análisis de decisión de criterios múltiples (ADCM) para caracterizar e identificar los perfiles ambientales y puntos calientes para cinco diferentes productos de confitería (Miah et al., 2018).

Finalmente, en la Amazonía ecuatoriana existen muy pocos avances importantes en la investigación y generación de indicadores en las dimensiones técnico-productiva, soio-económica y cultural-organizativa. Las investigaciones en relación a la dimensión ecológico-productiva, estudia modelos de fincas convencionales en forma de monocultivos con uso indiscriminado de agroquímicos (Foley et al., 2005; Nieto y Caicedo, 2012; Vasco et al., 2021), la producción del cacao en distintos diseños de sistemas agroforestales o en el sistema ancestral chakra (Vera et al., 2019; Bonaudo et al., 2014; González de Molina, 2011) la combinación de cultivos alimenticios y funcionales, como plátano, yuca, medicinales, distintos árboles y también animales menores para mejorar la seguridad alimentaria familiar (Paredes et al., 2019; Virginio, 2014), en términos generales, en estos manejos agroforestales se constatan ciertos problemas como la escasa productividad, falta de formación y apoyo a los productores en el uso de prácticas de manejo sustentable, y cierta falta de “profesionalización” en el manejo, lo que incluye la mezcla de clones introducidos con patrones nativos (Castañeda-Ccori et

al., 2021) y los servicios ecosistémicos del manejo agroecológico en forma de sistemas agroforestales y chakras para solucionar problemas que afectan a los sistemas de producción de cacao y sus familias (Vera et al., 2020; Torres et al., 2022; Huera-Lucero et al., 2020); y su capacidad de sumidero importante de carbono almacenado en el suelo (Torres et al., 2022; Jadan, 2012; Mendieta, 2018).

En la dimensión socioeconómica, se estudia la producción de cacao de productores kichwas y mestizos organizados en asociaciones que acopian, procesan y comercializan cacao nacional y otros tipos de cacao tanto a las asociaciones locales como a minoristas y mayoristas (INIAP, 2020; Nieto y Caicedo, 2012; ESPAC, 2022; Barrera et al., 2019), el efecto de las fluctuaciones de precios controlados por los intermediarios hace que los productores, principalmente los pequeños, no logren ingresos suficientes para salir de la pobreza y/o tengan que emigrar generando abandono del campo por pérdidas de estos ingresos y beneficios insignificantes para la economía local y regional (Kovacic et al., 2017; Pan et al., 2004) que determinan a diferentes tipos de agricultores de cacao entre pequeños, medianos y grandes (Paredes et al., 2019; Caballero-Serrano, 2016).

En la dimensión cultural-organizativa, existen propuestas de algunas políticas públicas que vienen a apoyar al sector (como por ejemplo el Plan de Mejora Competitiva para Desarrollo Agroindustrial de la Cadena de Cacao-Chocolate (MAG, 2018) pero faltan políticas más decididas y prácticas que inviertan, entre otras cosas, por el apoyo a la producción sostenible del cacao como sistemas agroforestales y orgánicos, la defensa y promoción del modelo de la chackra, políticas de apoyo a las familias y comunidades productoras, una mejor organización del sector comercial y el logro de mejores precios para los productores (Castañeda-Ccori et al., 2021; Viteri et al., 2020; Kovacic et al., 2017; Pan et al., 2004; Nieto y Caicedo, 2012), en un esfuerzo organizativo y político, desde las comunidades y organizaciones de pequeños y medianos productores se está incorporando progresivamente el manejo orgánico y mejorando sus estructuras de comercialización y procesado (FAO, 2021; CEFA, 2022; GRUPO CHAKRA, 2020; GIZ, 2022). El fortalecimiento de las organizaciones y la implicación de las familias productoras es una cuestión esencial para los procesos de transición agroecológica, de manera concomitante a la generación de políticas públicas agroecológicas (González de Molina et al., 2021), la transición agroecológica puede permitir mejorar varios elementos de gobernanza e impulsores de agricultura e infraestructura para reducir la deforestación

(Fischer et al., 2021) y con la aplicación de políticas públicas se alcanzaría el bienestar de las familias de productores de cacao (Viteri et al., 2018; Constitución del Ecuador, 2008). Las organizaciones campesinas y comunitarias indígenas de familias productoras de cacao en la región son parte esencial de los procesos de transición (GRUPO CHAKRA, 2020; Heredia et al., 2020).

En este sentido, la transición agroecológica en sus múltiples dimensiones se considera una necesidad y una oportunidad para la mejora de la calidad de vida de los productores de cacao y de sus comunidades, y para el mantenimiento y protección de los ecosistemas regionales. Teniendo en cuenta que la propuesta agroecológica no responde a unas pautas fijas y ordenadas, sino que más bien se plantea como una “caja de herramientas” orientada a intervenir y a generar procesos de cambio en cada una de las dimensiones, que han de retroalimentarse y generar sinergias para la transformación sustentable de la finca, del territorio y del sistema agroalimentario (Mier et al., 2018; Mendieta, 2018; Nieto, 2018).

Consecuentemente, los procesos de transición agroecológica requieren de estrategias de acompañamiento y dinamización con todos los actores implicados en los procesos de cambio, dando respuestas técnicas-productivas, económicas, sociales, políticas y culturales; es decir, procesos de fortalecimiento de las capacidades de las productoras y de sus organizaciones para reducir el uso de insumos químicos hasta transformar agroecológicamente el manejo de sus fincas y también sus relaciones económicas y sociales (Gliessman, 2007; Gliessman, 2016), y a la vez generar contextos sociopolíticos que contribuyan a la cooperación y creación de redes intra e interactores en favor de las transiciones agroecológicas en un proceso de escalamiento vertical y horizontal (Mendieta, 2018; Nieto 2018; Gallar 2018). Por todo ello, parece oportuno considerar que debe profundizarse en el análisis y en la práctica de los procesos de transición agroecológica en los sistemas de producción de cacao nacional fino y de aroma en la Amazonía ecuatoriana para mejorar la calidad de vida de las personas y de los ecosistemas (Zarillo et al., 2018; Fouet, 2022).

Existen muchas brechas por resolver, por lo que otros temas se orientan a la agroecología para enfriar el planeta: acción climática; reutilización de biorresiduos y

reciclaje: bioeconomía circular; coproducción de conocimiento híbrido entre los científicos y agricultores; promoción de la biodiversidad; ampliación de la producción, distribución y consumo para bajar costos; y, promoción de paisajes sostenibles (Sanz-Cañada et al., 2021), otras investigaciones e innovaciones podrían realizarse para: analizar el potencial económico y ambiental de los coproductos en SAFs que debe evaluarse más a fondo; estudiar la economía de las cadenas de suministro y las subcadenas de suministro que deben explorarse (posibilidades de mercado, transformación, etc.); realizar cálculos completos de huella de carbono para cada estilo de manejo encontrado incluyendo, por ejemplo, emisiones de residuos de cosecha; estudiar la capacidad de secuestro de carbono de los sistemas y los efectos del cambio de uso de suelo; incorporar el secuestro de carbono en los cálculos de huella de carbono; incluir la dimensión social y política de la sostenibilidad en los análisis como requisito previo para conocer las barreras culturales e institucionales al cambio; investigar y explicar las aparentes discrepancias entre los datos estadísticos oficiales y los obtenidos en este y otros estudios sobre el cacao amazónico.

Para este estudio específico, las investigaciones que evalúan el desempeño económico y ambiental de la producción de cacao en la Amazonía ecuatoriana son aún escasas y no existen estudios previos que investiguen la heterogeneidad de los estilos de gestión vinculados a la producción de cacao en los pequeños agricultores de la región desde un enfoque de abajo hacia arriba, de forma participativa. Esto puede deberse, entre otras razones, a la dificultad, los altos costos y la compleja logística asociada con el trabajo de campo requerido para responder a las preguntas. Pero, al mismo tiempo, este vacío en la literatura limita nuestra capacidad científica para hacer afirmaciones sobre el funcionamiento de la producción de cacao en este territorio.

Así mismo, con base a la literatura existente, no se analizan con suficiente profundidad los manejos agronómicos y, sobre todo, no se vinculan con un análisis de viabilidad económica es decir no existen estudios previos que analicen el comportamiento ambiental y económico de los sistemas agroforestales de cacao en la Amazonía ecuatoriana y a pesar de la importancia del cacao y de su manejo orgánico y agroecológico, existe carencia de información sobre los principales problemas y dificultades en cada una de las dimensiones de la agroecología: técnico-productiva, socio-económica y cultural-organizativo, sobre

las fortalezas y la construcción participativa de acciones propuestas para la transición agroecológica en la Amazonía ecuatoriana.

En este contexto de avances y brechas, en esta investigación se plantearon las siguientes preguntas: ¿Los sistemas agroforestales con cacao son una estrategia de transición agroecológica para la agricultura familiar, en el Ecuador? y de forma específica ¿Cuáles son las características del metabolismo energético, económico y de los estilos de manejo de sistemas de producción de cacao en la Amazonía ecuatoriana?, ¿Cuáles son los impactos ambientales y económicos al comparar sistemas agroforestales con cacao orgánicos y convencionales, en la Amazonía ecuatoriana? y ¿Cuáles son las características de las dimensiones eco-productiva, socio-económica, cultural-organizativa y las propuestas situadas: priorización de problemas y propuestas de acción para la transición agroecológica en la Amazonía ecuatoriana?

Por tanto, el objetivo general de esta investigación fue evaluar los sistemas agroforestales con cacao como una estrategia de transición agroecológica para la agricultura familiar, en el Ecuador y los objetivos específicos fueron los siguientes: 1) analizar a la agroecología como medio para mejorar el metabolismo energético y económico de la producción de cacao en la Amazonía ecuatoriana, 2) Comparar el impacto ambiental y la viabilidad económica del manejo productivo de sistemas agroforestales de cacao convencional y orgánico, en la Amazonía ecuatoriana y, 3) Analizar el potencial agroecológico de los sistemas agroforestales con cacao para la transición a partir de un diagnóstico participativo de las dimensiones técnico-productiva, socio-económica y cultural-organizativa (Figura 1.1; Tabla 1.1).

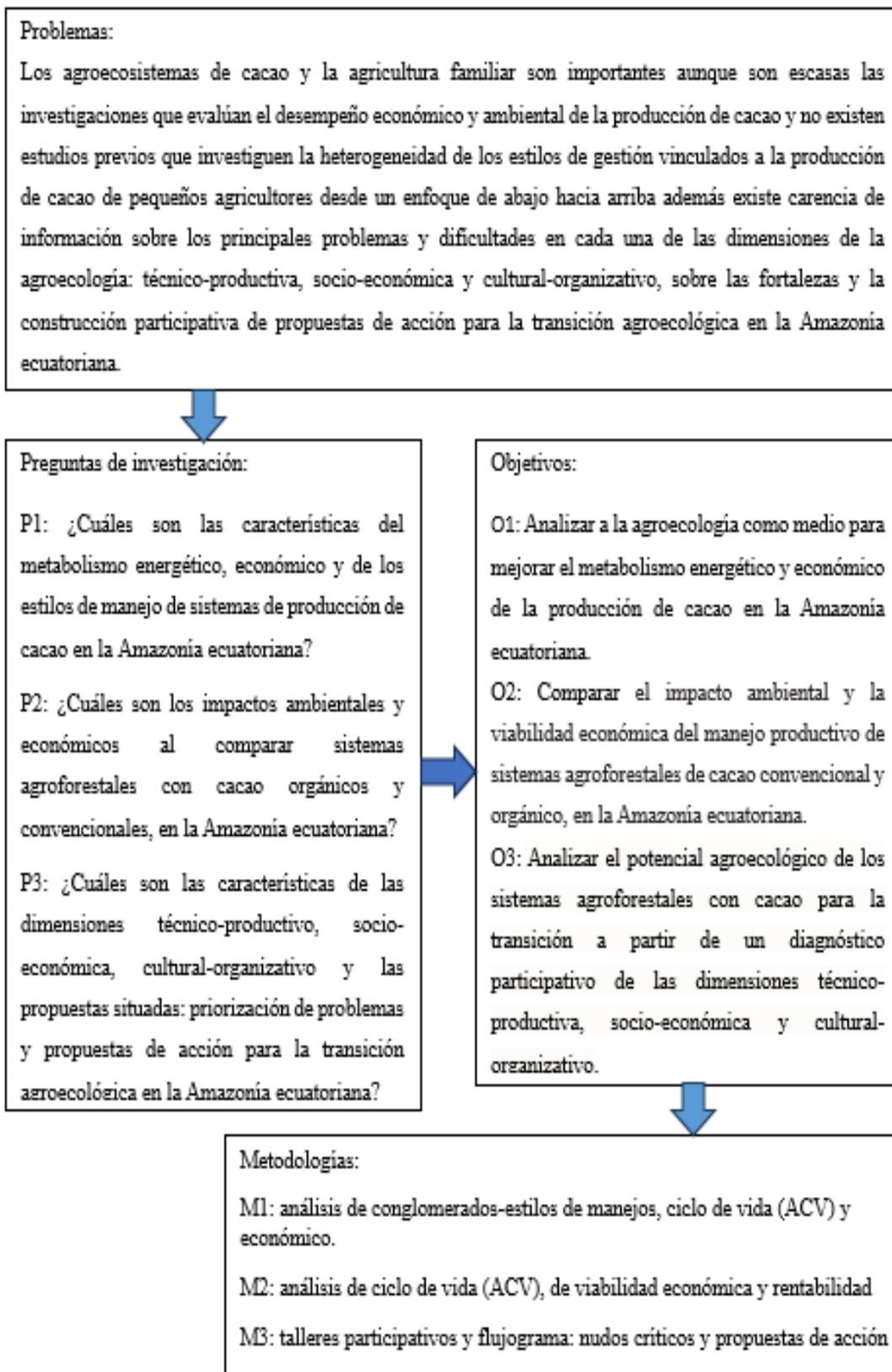
La ruta metodológica de la investigación se inició con: 1) revisión de información primaria y secundaria (informes técnicos, artículos científicos, consultas con especialistas), selección de las asociaciones por actividad ubicación, actividad productiva y comercial, consultas y criterios con directivos de las asociaciones. 2) propuesta y aprobación del perfil de investigación. 3) visita a chakras de cacao y procesadores. 4) aplicación de la investigación en la asociación Tsatsayaku (Tesis de fin de Master en Agroecología). 5) devolución y capacitación en gestión orgánica de suelos. 6) investigación integral a las seis asociaciones. 7) Sistematización y bases de datos. 7) (Fotos 1.1. a 1.10)

Esta investigación se realizó con las Asociaciones de las provincias Napo (Kallari, Wiñak y Tsatsayaku), Orellana (San Carlos y Asosumaco) y Sucumbíos (Aprocel) con

una cobertura de 561 ha de cultivo del cacao, superficie que representa el 1.6 % de la producción de cacao en las tres provincias (ESPAC, 2022). Para realizar nuestro análisis se obtuvo información de 279 productores de 86 comunidades de las seis asociaciones cacaoteras: Tsatsayaku (16), Kallari (13), Wiñak (11), Asosumaco (19), San Carlos (10) y Aprocél (17) que fueron seleccionados al azar del total de socios afiliados.

Las técnicas empleadas en la investigación fueron las siguientes: entrevistas, encuestas, talleres participativos y flujograma. Las entrevistas se realizaron individualmente y en fechas diferentes de acuerdo a las agendas de los directivos entrevistados. El formato de entrevista consideró variables de respuesta sobre la visión, misión y objetivos, debilidades y fortalezas organizacionales en el contexto de tres dimensiones: técnico-productiva (TP), socioeconómica (SE) y cultural-organizativa (CO). Después de las entrevistas se realizó la caracterización agroecológica mediante 279 encuestas a productores, las encuestas tuvieron una estructura de variables en las tres dimensiones: ET, SE y CO, y se realizaron en su mayoría al padre o madre de familia de la finca, mientras que en campo mediante una muestra de  $2500 \text{ m}^2 \cdot \text{finca}^{-1}$  ( $50 \text{ m}^2 \times 50 \text{ m}^2$ ) se caracterizaron los componentes de los sistemas de producción de cacao (Otzen y Manterola, 2017; Hernández, 2010). Finalmente se aplicó la técnica del flujograma en seis talleres participativos para la devolución, por parte del equipo investigador, de los problemas sistematizados en el análisis de las entrevistas y encuestas (Ganuza, et al., 2010).

Para la sistematización primero se realizó la codificación de todas las entrevistas y se procedió con el análisis de la información. Para la sistematización de todas las encuestas se levantó una base de datos, se codificaron las variables, se aplicó estadística descriptiva mediante el programa estadístico SPSS y R. (Tabla 1.1).



**Figura 1.1.** Problemas, preguntas, objetivos y metodología de la investigación

**Tabla 1.1:** Resumen metodológico de la tesis doctoral

Etapas/Objetivos	Dimensiones	Metodologías	Resultados
<p>Primera:</p> <p>Análisis de la agroecología como medio para mejorar el metabolismo energético y económico de la producción de cacao en la Amazonía ecuatoriana. (Objetivo 1)</p>	<p>Técnico-productiva; Socio-económica</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis del ciclo de vida (ACV) con 279 productores de 86 comunidades.</li> <li>- Análisis económico centrada en las categorías de impacto de la energía y emisiones de GEI y análisis costo beneficio.</li> <li>- Los estilos de manejo y su caracterización fueron realizadas con la utilización de agrupamiento híbrido jerárquico de k-medias.</li> </ul>	<p>1er Artículo: publicado <a href="https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.08.005">https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.08.005</a></p> <p>Tres estilos de manejo de productores de cacao y tres escenarios para la transición agroecológica.</p>
<p>Segunda:</p> <p>Evaluación del impacto ambiental y la viabilidad económica del manejo productivo de sistemas agroforestales de cacao convencional y orgánico, en la Amazonía ecuatoriana. (Objetivo 2)</p>	<p>Técnico-productiva; Socio-económica</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Información primaria de 90 productores agroforestales (44 convencionales y 46 orgánicos) que realizan un manejo medio o bueno de sus cultivos.</li> <li>-Se evaluó el desempeño ambiental de la producción de cacao utilizando la metodología del análisis del ciclo de vida (ACV) con un enfoque de la cuna a la puerta de la granja en base a tres unidades funcionales (kg cacao, kg vendido y ha). - Adicionalmente se llevó a cabo un análisis de viabilidad económica, particularmente de la rentabilidad</li> </ul>	<p>2do. Artículo: publicado <a href="http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5871">http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5871</a></p> <p>12 categorías de impacto y 5 indicadores de eficiencia ambiental y monetaria. 90 fincas productoras de sistemas agroforestales de cacao comparadas entre convencionales y orgánicas para la transición agroecológica.</p>
<p>Tercera:</p> <p>Análisis del potencial agroecológico de los sistemas agroforestales con cacao para la transición a partir de un diagnóstico participativo de las dimensiones eco-productiva, socio-económica y política-cultural de la agroecología (Objetivo 3)</p>	<p>Técnico-productiva; Socio-económica; Cultural-organizativa</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Seis talleres participativos de análisis de 35 problemas de las dimensiones eco-productivas, socio-económicas, política-cultural</li> <li>-Dos grupos de productores KTW y ASA determinaron causas, efectos, nudos críticos y alternativas para la transición y escalamiento de sistemas agroforestales de cacao. (Análisis descriptivo y flujograma)</li> </ul>	<p>Características de sistemas agroforestales de KTW y ASA en las dimensiones técnico-productiva, socio-económica, cultural-organizativa.</p> <p>Propuestas de acción por los productores de cacao para la transición y escalamiento agroecológico en las tres dimensiones.</p> <p>3er artículo en revisión</p>



**Foto 1.1:** Visita a chakra-cacao



**Foto 1.2.** Visita a Asociación



**Foto 1.3:** Entrevistas



**Foto 1.4.** Encuestas



**Foto 1.5.** Sistema agroforestal de cacao

**Foto 1.6.** Planta de cacao nacional



**Foto 1.7.** Cultivo de yuca en SAF

**Foto1.8.** Cultivo de plátano en SAF



**Foto 1.9.** Cacao-subproductos



**Foto 1.10.** Taller participativo

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Hasta el 2030 se priorizaron  
17 Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS),  
169 metas y 232 indicadores  
los mismos que se expresan en cinco palabras:  
Personas, Planeta, Prosperidad, Paz y Asociación.  
(ONU, 2023)

### *2.1. Agroecología, sistemas agroforestales y economía campesina*

Agroecología, es la ciencia que estudia el funcionamiento del agroecosistema, un conjunto de prácticas que permite cultivar de manera más sostenible y un movimiento que intenta que la agricultura sea más sostenible ecológicamente y más justa socialmente (Wezel et al., 2009). Es un enfoque de investigación transdisciplinario para interrelaciones entre los aspectos agronómicos, biofísica, ecológica, social, cultural, componentes económicos y políticos de agroecosistemas (Sanz-Cañada et al., 2021). Los sistemas de producción basada en la agroecología son biodiversos, resilientes, energéticamente eficientes, socialmente justas y constituyen la base de una economía energética y estrategia de soberanía alimentaria (Altieri 1995; Gliessman, 1998; 2014).

La agroecología por su enfoque holístico ha sido reconocida por contribuir al logro de dos de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS): acabar con el hambre, lograr la seguridad alimentaria, mejorar la nutrición y promocionar la agricultura sostenible (FAO, 2017). La agroecología política pretende revisar y relacionar los enfoques de cambio social, desde lo personal y micro hasta lo institucional y macro, que reflexionan sobre condiciones o modelos para una transición agroecológica, incluyendo la producción de una tecnología socioambiental adecuada para ello (innovaciones técnicas agroecológicas, configuración institucional de sistemas agroalimentarios sustentables, metodologías de intervención social participativa) (Calle et al., 2013; Franco et al., 2022).

Agroforestería, es una de las prácticas milenarias en el mundo y, además, cumple con todos los principios agroecológicos en el diseño y gestión de los agroecosistemas (Gliessman, 2007; Prabhu et al., 2015). Se considera como una práctica productiva, práctica antigua y arte, ciencia y paradigma (Virginio et al., 2014).

Agroforestería abarca las múltiples formas de interacciones entre árboles, cultivos y animales y se ha reconocido cada vez más como una ruta prometedora de intensificación dirigida a la agricultura sostenible (Snap et al., 2010). Se clasifica en función de la estructura, tiempo y espacio: a) agroforestería simultánea, donde se producen árboles y cultivos y/o animales en el mismo terreno durante la misma temporada de cultivo (cultivos en callejones, intercalados); b) agroforestería secuencial, donde los árboles y los cultivos ocurren en el mismo pedazo de tierra, pero en una secuencia temporal como parte de una rotación (Mead, 2004)

Agroforestería, es un entorno dinámico, ecológico, natural de gestión de recursos que, a través de la integración de árboles en las fincas, diversifica el paisaje agrícola y la producción sostenible con mayores beneficios sociales, económicos y ambientales para las familias de usuarios de las tierras en todos los niveles (Mead, 2004), presenta una diversidad de sistemas agroforestales como son: taungya, silvopastoriles, agrosilvopastoriles, cultivos con sombra, barbecho mejorado, cortinas rompevientos, cultivos en callejones, cercas vivas, árboles en línea, huertos caseros/chakras y, quesungual, en función de las economías campesinas (Virginio et al., 2014)

Economía campesina, definimos el campesinado como aquel sector social integrado por unidades familiares de producción y consumo cuya organización social y económica se basa en la explotación agraria del suelo, las cuales mantienen una relación asimétrica de dependencia, y en muchos casos explotación, con el resto de la sociedad en términos de poder político, cultural y económico, sistema de relaciones sociales que le es característico y que está basado en la fuerza de las relaciones familiares y de vecindad, los vínculos de amistad y de cooperación relacionados, en general, a la economía de subsistencia campesina (Sevilla, 1981). Las economías campesinas, generan dinámicas económicas, culturales, sociales, políticas y tecnológicas, debido a las diversas funciones que desempeñan estos sistemas productivos no solo en entornos rurales sino en los contextos urbanos. Tales funciones se expresan en su papel en la soberanía alimentaria de los países, en la calidad de la vida del campo, la calidad del alimento y la necesidad de utilizar el agua, la energía, y la tierra fértil de manera sostenible y efectiva (van der Ploeg, 2010).

Las economías campesinas, aportan a las economías locales y a sus entornos ambientales que circundan a estos sistemas de producción porque son resilientes frente a cambios climáticos, fluctuaciones de mercado, vaivenes de las economías locales, escaso

poder de negociación política e incipiente acceso a la información mediante la mitigación por un uso eficiente de mano de obra familiar, utilización de saberes ancestrales, diversificación de cultivos, flujo permanente de ingresos e innovaciones tecnológicas que benefician a la agricultura familiar (Scalerandi, 2010).

La agricultura familiar es una actividad que interrelaciona a las actividades de la Unidad Productiva Agrícola (UPA), la estructura familiar y específicamente vincula a la planificación de la producción con la mano de obra de los miembros de la familia (FAO, 2019b), es un factor movilizador porque los agricultores familiares son el segmento más dinámico del medio rural quienes se caracterizan por la heterogeneidad de su dotación de recursos y de sus activos, es decir su capital natural, físico, financiero, humano y social (de Janvry y Sadoulet, 2001; Gordillo, 2004)

## *2.2. Economía ecológica, metabolismo energético, huella de carbono y análisis del ciclo de vida.*

La economía ecológica, es la ciencia que se encarga de estudiar la gestión de las interacciones entre los componentes humanos y ambientales para resolver problemas del comportamiento humano con el mundo natural, como se conecta el comportamiento humano a cambios en los ciclos hidrológicos, de nutrientes o de carbono, a la retroalimentación entre los sistemas sociales y naturales y, cómo influyen estos en los servicios que obtenemos de los ecosistemas (ISECOECO, 2023), considera que toda la biosfera y los recursos puedan ser a la vez escasos y de alguna manera (más o menos inmediata) útiles (Naredo, 1992). Es la ciencia de la sostenibilidad cuyos temas de interés centrales son la sostenibilidad y desarrollo sostenible, estudia las interacciones entre sistemas económicos y sistemas ecológicos (Common y Stagl, 2019), es una crítica a la economía convencional porque se trata de un nuevo enfoque sobre las interrelaciones dinámicas entre los sistemas económicos y el total del conjunto de los sistemas físico y social. La economía ecológica hace de la discusión de la equidad, la distribución, la ética y los procesos culturales un elemento central para la comprensión del problema de la sustentabilidad. Es por lo tanto una visión sistémica y transdisciplinaria que trasciende el actual paradigma económico y orientada a la ecoeficiencia (Hauwermeiren, 1999), que es la cantidad o valor económico de un producto por su influencia ambiental que identifica en términos socioeconómicos y ambientales la sostenibilidad de un sistema o es la

capacidad que tiene un sistema de uso de tierra de ser sostenible en términos económicos, sociales y ambientales (Rodríguez, 2018; Pinzón y Ramírez, 2021).

La economía ecológica, propone un sistema económico eco-integrador que modifique los objetivos de la producción, el modelo de consumo, la orientación del cambio tecnológico y de las relaciones entre naciones subdesarrolladas e industrializadas. (Hauwermeiren, 1999), se articula sobre tres nociones biofísicas fundamentales: a) La ley de la conservación de la energía en un sistema cerrado, donde la energía mecánica, química, térmica, eléctrica o potencial es constante; la materia y la energía no se crean ni se destruyen, solo se transforman. b) La ley de la entropía, que dice que la materia y la energía se degradan continua e irrevocablemente desde una forma ordenada a una forma desordenada, es decir, desde una forma disponible a otra forma no disponible, independientemente de que sea utilizada o no. c) La imposibilidad de generar más residuos de los que puede tolerar la capacidad de asimilación de los ecosistemas, so pena de destrucción de los mismos y de la vida humana (Daly, 1998).

Con este antecedente, el metabolismo es un concepto biológico que se refiere a los procesos internos de un organismo vivo, los mismos que mantienen un intercambio continuo de nutrientes y energía con su medio ambiente y que permiten su funcionamiento, crecimiento y reproducción, de manera análoga, los sistemas sociales convierten las materias primas en productos manufacturados, en servicios y finalmente en desechos (Fischer y Haberl, 2000). El metabolismo agrario y/o energético, se refiere al intercambio de energía y materiales que el sector agrario de una sociedad establece con su medio ambiente, el mismo que se especializa en la apropiación de la biomasa que es el proceso con el cual los miembros de las sociedades se apropian y transforman ecosistemas para satisfacer sus necesidades. Esta apropiación se refiere a bienes (renovables o agotables y no renovables) y servicios (ambientales, ecológicos como el clima, oxígeno, equilibrios ecológicos, paisajes, etc.) (González de Molina, et al., 2011), los balances energéticos aplicados a la agricultura suelen adoptar un enfoque insumo-producto, con el objetivo de evaluar la energía invertida por unidad de energía contenida en el producto (comida, fibra, madera) que sale del sistema y está disponible para la sociedad, quedando una huella por definir (Guzmán et al., 2015).

La huella de carbono representa la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero que se emiten a la atmósfera por medio de alguna actividad humana, que

puede ser un producto o servicios, por la acción diaria de un habitante, su impacto se mide en toneladas o kilos de dióxido de carbono que equivalen a gases efecto invernadero (GEI)<sup>12</sup> (CEPAL, 2021; Ibrahim et al., 2007; Schneider y Samaniego, 2010). La huella de carbono, se mide en CO<sub>2</sub> equivalente, es un indicador ambiental que refleja todos los gases efecto invernadero (GEI) emitidos de forma directa o indirecta de una organización, individuo, producto o servicio, este impacto ambiental se mide mediante un inventario de emisiones GEI o un análisis de ciclo de vida (ACV), según el tipo de huella, mediante normas internacionales estandarizadas y reconocidas como ISO para proponer e implementar una estrategia de reducción o compensación (Perez-Neira et al., 2020; Caicedo et al., 2022b).

En este contexto, el análisis de ciclo de vida (ACV), es una herramienta metodológica estandarizada que permite evaluar los principales impactos ambientales asociados a un producto desde la cuna hasta la tumba (ISO, 2006), tiene las siguientes etapas: definición de objetivos y alcance, inventario del ciclo de vida, evaluación de los impactos del ciclo de vida, interpretación de resultados. Es una técnica de análisis de la cuna a la tumba o de la cuna a la cuna para evaluar los impactos ambientales (vertidos, residuos, emisiones a la atmósfera, consumos de energía) asociados con todas las etapas de la vida de un producto, que va desde la extracción de la materia prima hasta el procesamiento, la fabricación, la distribución y el uso de los materiales (Gestión Ambiental, 2017), la metodología del ciclo de vida (ACV) se puede evaluar según el (IPCC, 2023; ISO, 2006) para contrastar el potencial de calentamiento global (PCG), la huella de carbono (HC) además de 10 categorías de impacto relacionadas (Perez-Neira, et al., 2020) o también mediante las normas ISO 14040 y 14044 (ISO 9000, 2005; 14001, 2004), con adaptación para indicadores de impacto local y con un análisis a nivel cualitativo y cuantitativo con todas las etapas y datos disponibles (Utomo, 2016; IPCC, 2003).

### 2.3. *Agroecosistema, transición, escalamiento, políticas públicas agroecológicas,*

Un ecosistema, es un sistema de organismos vivos y del medio con el cual intercambian materia y energía, es un sistema dinámico, las interacciones entre componentes físicos y bióticos, la transformación de energía y transporte de materiales ocurre simultáneamente con los procesos de flujo de energía y ciclaje de nutrientes,

---

<sup>12</sup> <https://www.nationalgeographicla.com/medio-ambiente/que-es-huella-de-carbono-como-se-mide>

mientras que los sistemas agrícolas son un conjunto de los sistemas ecológicos (Hart, 1985)

Un agroecosistema, es parte de un sistema agrícola y es un ecosistema intervenido por el hombre para el establecimiento de sistemas de producción agropecuario el mismo que contiene: límites, factores bióticos y abióticos, interacciones, entradas y salidas (Hart, 1985), con flujos de energía, ciclaje de materiales, ciclos biogeoquímicos, interacciones ecobiológicas, existen tres tipos de agroecosistemas de cultivo, animal o cultivo-animal que podrían enmarcarse en diferentes niveles de finca, comunidad, región, que generan servicios agroecosistémicos (SAE) y en donde se deberá poner mayor énfasis en la recuperación de la función ecológica y el logro de beneficios ecológicos, lo que ayudará a alcanzar múltiples servicios ecosistémicos (SE) y objetivos del desarrollo sostenible (ODS) cuya gestión en este sentido promoverá la articulación entre medio ambiente, sociedad y economía en los agroecosistemas y fortalecerá los vínculos entre SAE, ES y ODS e investigaciones futuras. Además, se complementa con un enfoque de planificación y gobernanza del paisaje agrícola, que vale la pena explorar en la futura gestión de los agroecosistemas (Liu et al., 2022; Xiao y Xiong, 2022).

Un agroecosistema, realiza una excelente gestión cuando se fundamenta en dos aspectos: 1) capacidad de mantener la producción de biomasa y los servicios sistémicos y, 2) capacidad de degradación por la creciente demanda de energía externa sólo para compensar la pérdida temporal (Guzmán y González de Molina, 2015; Liu et al., 2022), es sostenible cuando es el resultado de un conjunto de propiedades físicas y biológicas, de la viabilidad económica de la producción y la equidad social en su distribución además de complementar el cálculo del retorno de la inversión energética (TRE agroecológico) no sólo en base de los servicios de abastecimiento (alimentos, madera, fibras), por el impacto directo en el productor y sociedad, sino también incluyendo los servicios de regulación (secuestro de carbono, regulación del clima, control de plagas y enfermedades y reciclaje de desechos), mantenimiento (fotosíntesis, formación del suelo y reciclaje de nutrientes) y servicios culturales que contribuyen al bienestar espiritual (recreación, religión, valores espirituales y estéticos) y un agroecosistema será capaz de afrontar los retos futuros cuando exhiba altos niveles de diversidad, productividad y eficiencia, para una eficiente transición agroecológica (cuadrante superior izquierdo en la Fig. 1)

(Guzmán y González de Molina, 2015; Xiao y Xiong, 2022; Czucz et al., 2018; CICES, 2018).

PRODUCTIVIDAD	Alto	<p>Entradas externas bajas Altas tasas de reciclamiento Integración cultivos-ganadería</p> <p style="text-align: center;">EFICIENCIA ALTA</p>	<p>Entradas altas Monocultivos industriales</p> <p style="text-align: center;">EFICIENCIA BAJA</p>
	Bajo	<p>Entradas externas bajas Diversificación con bajos niveles de integración</p> <p style="text-align: center;">EFICIENCIA MEDIO-BAJO</p>	<p>Sistemas especializados con bajas entradas externas</p> <p style="text-align: center;">EFICIENCIA MEDIA</p>
		Alto	Bajo
		DIVERSIDAD DE AGROECOSISTEMAS	

**Figura 2.1.** Características del agroecosistema verde del futuro: productividad, diversidad, integración y eficiencia (Adaptado de Funes-Monzote 2009)

La transición agroecológica, busca la sustentabilidad de los agroecosistemas con base en las siguientes dimensiones: 1) Personales (motivación de cambio), 2) Micro sociales (manejos sustentables) técnico-productivo, 3) Eco-estructurales (circuitos cortos de producción-consumo) socio-económico, 4) Meso y macrosociales (cooperación y gestión participativa) cultural-organizativo (Calle et al., 2013) (Tabla 2.1), se propone para que generen servicios ecosistémicos en beneficio de la vida considerando la importancia de las economías campesinas como la base en el diseño de agroecosistemas y territorios sustentables (van der Ploeg, 1994), involucra los análisis de conflictos y alternativas sociales por parte de las organizaciones de la sociedad civil, los sujetos políticos colectivos y las políticas públicas (Calle et al., 2013; Sevilla y Soler, 2010), según diferentes autores, coinciden en que es un proceso para restaurar principios agroecológicos en el agroecosistema, de forma dinámica, combinando prácticas y técnicas empíricas con las científicas o modernas que apoyen al funcionamiento eficiente del agroecosistema para generar productos de calidad, rentables y saludables que beneficien a los productores y consumidores, en el autoconsumo y la comercialización en los mercados cercanos a la finca, respectivamente (INDAP, 2018)

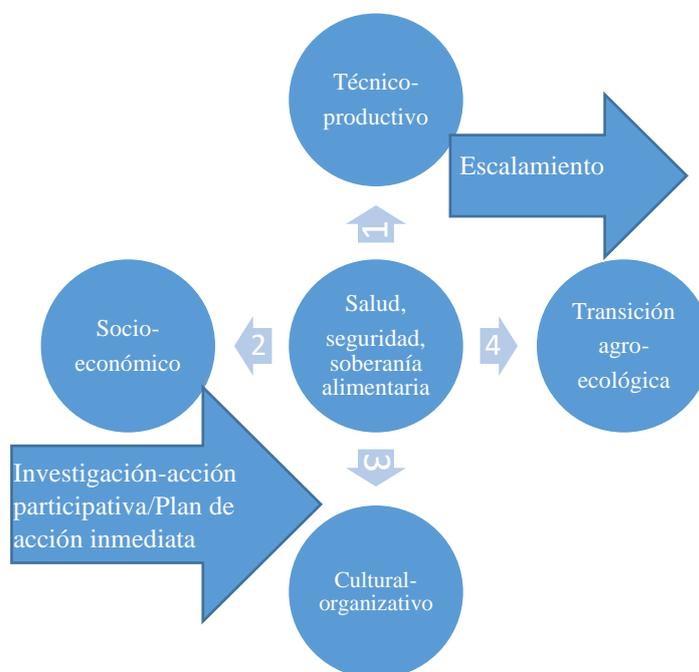
La transición agroecológica, es un proceso de evaluación para determinar la situación actual del agroecosistema mediante la caracterización de elementos agroecológicos, la determinación de las tipologías de transición y los criterios de desempeño que permiten

vincular con los indicadores de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) y según la (FAO, 2019a), es cuando el potencial agroecológico está en las capacidades y prácticas existentes en el territorio para profundizar y aumentar la cantidad y la calidad de prácticas agroecológicas en cada una de las dimensiones de la agroecología, con actividades transversales de procesos de investigación y escalamiento agroecológico que generen dinámicas de priorización de la salud, seguridad y soberanía alimentaria de la población. (Calle et al., 2013) (Figura 2.2).

**Tabla 2.1.** Dimensiones para la transición agroecológica

Dimensiones sustentables	Fases	Dimensiones de transición agroecológica
Personales	Reflexión, motivación al cambio, en el predio	Técnico-productivo
Macrosociales	Cooperación social, manejos productivos, de la biodiversidad y sustentables	
Eco estructurales	Circuitos cortos: producción-consumo-rentabilidad	Socio-económico
Meso y macrosociales	Cooperación y políticas públicas	Cultural-Organizativo

**Fuente:** adaptado de Calle et al., 2013



**Figura 2. 2.** Dimensiones de la agroecología: técnico-productivo, socio-económico, cultural-organizativo, para la transición agroecológica y escalamiento.

Escalamiento, significa que una mayor cantidad de la población, tanto rural como urbana, pueda producir y acceder a alimentos saludables, nutritivos, diversos, ambientalmente compatibles y culturalmente apropiados (Rosset 2015; Rosset y Altieri 2017), es ampliar con metodologías participativas a más beneficiarios los servicios agroecosistémicos y ecosistémicos con una visión filosófica y práctica de diversidad biocultural y convivencia para el fortalecimiento de la solidaridad y reciprocidad con los sistemas alimentarios saludables para transformaciones holísticas que promuevan la libertad y erradiquen la injusticia social (Ferguson et al., 2019; Mier et al., 2008). Es el proceso que promueve a más familias a practicar la agroecología en territorios cada vez más amplios e involucra cada vez a más personas en la producción, procesamiento, distribución y consumo de alimentos (IIRR, 2000; Ranaboldo y Venegas 2007; Altieri y Nicholls, 2012; Parmentier, 2014; Brescia, 2017), requiere de procesos verticales y horizontales, como los institucionales, políticas públicas agroecológicas y que se enlacen con los movimientos populares para la expansión geográfica, la equidad e inclusión social hacia más personas y comunidades (Gonsalves, 2001).

Políticas públicas, son aquellas propuestas de proyectos y actividades que generalmente el estado diseña y gestiona a través de un gobierno y una administración pública con el objetivo de satisfacer las necesidades de una sociedad (Graglia, 2012), son las decisiones analizadas de un gobierno que incorporan la opinión, la participación, la responsabilidad y el dinero público y privado, en su calidad de ciudadanos electores y contribuyentes para satisfacer las demandas de la población (Aguilar, 1992), es un conjunto de lineamientos, acciones u omisiones que manifiestan una determinada modalidad de intervención del estado en relación con una cuestión que concita la atención, interés o movilización de otros actores de la sociedad civil (Oszlak y O'Donnell, 1981), las políticas públicas son líneas de acción o flujos de información relacionados a un objeto público, que se desarrollan en el sector público con la participación de la comunidad o el sector privado, estas políticas pueden incluir orientaciones o contenidos, instrumentos o mecanismos, así como aspectos institucionales (Lahera, E. 1999).

### CAPÍTULO III: RESULTADO 1 (Objetivo específico 1)



ODS1: Fin de la pobreza;  
ODS 2: Hambre cero;  
ODS 3: Salud y Bienestar;  
ODS 4: Educación de calidad;  
ODS 5: Igualdad de género.  
(ONU, 2023)

#### **La agroecología como medio para mejorar el metabolismo energético y la gestión económica en pequeños productores de cacao en la Amazonía ecuatoriana.**

##### ***Resumen***

El cacao es uno de los cultivos más importantes del Ecuador, especialmente en la Amazonía ecuatoriana, donde >60.000 ha están dedicadas al cacao; 48.600 ha en producción en 2021. La mayor parte del área de cacao (82 %) está gestionada por pequeños agricultores con <10 ha bajo cultivo. A pesar de la importancia socioeconómica y ambiental de estos sistemas, no existen estudios previos que proporcionen una visión integrada del metabolismo energético y la viabilidad económica de los diferentes estilos de gestión de los pequeños agricultores. En consecuencia, el objetivo de este trabajo es doble: a) estimar el metabolismo energético y económico agregado de pequeños productores de cacao (< 10 ha) en la Amazonía ecuatoriana y b) investigar las diferencias existentes en los estilos de manejo técnico-económico del cultivo. Para ello, se recolectaron datos primarios de una muestra estadísticamente representativa de áreas cacaoteras distribuidas entre 279 productores de 86 comunidades de la región, utilizando la metodología de análisis del ciclo de vida (ACV) y un análisis costo-beneficio asociado al manejo. Nuestros datos muestran que la mayoría de los pequeños agricultores producen cacao en sistemas agroforestales diversificados de bajos insumos con una alta proporción de mano de obra familiar no remunerada. A nivel del Amazonas, los pequeños agricultores (< 10 ha) produjeron 16,9 millones de toneladas de alimentos para el mercado con una demanda acumulada de energía no renovable (DEA NR) de 53,8 TJ (1.343 MJ ha<sup>-1</sup>), una huella de carbono (HC) de 8,16 Mt. de CO<sub>2</sub>-eq. (203,9 kg CO<sub>2</sub>-eq. ha<sup>-1</sup>), y un margen neto de 19,07 millones de \$ (476,8 \$. ha<sup>-1</sup>). En promedio, los rendimientos de

cacao se estimaron en 288 kg ha<sup>-1</sup>, lo que resulta en un DEA NR y una huella de carbono (HC) por kg de cacao de 4,18 MJ y 0,98 kg CO<sub>2</sub>-eq. A pesar de su aparente homogeneidad, un análisis de conglomerados identificó tres estilos distintos de manejo de cultivos. Los resultados sugieren que las fincas con un buen manejo orgánico/agroecológico pueden tener una capacidad de generación de ingresos similar a las fincas convencionales más intensivas evaluadas, pero con mejores resultados ambientales. En consecuencia, finalmente se discute la necesidad de promover acciones y políticas públicas que permitan escalar y mejorar la gestión agroecológica exitosa en la Amazonía ecuatoriana.

**Palabras clave:** Estilos de gestión; ACV; Eficiencia económica; Agroforestería; Agricultura ecológica; Sostenibilidad

Acrónimos

AC, Acidificación

SAF, Sistemas Agroforestales

HC, Huella de Carbono

ECfw, Ecotoxicidad agua dulce

EEco, Eficiencia Económica

HA, Huella Ambiental

IE, Intensidad Energética

PE, Producción de Energía

EUfw, Eutrofización agua dulce

EUm, Eutrofización marina

EUt, Eutrofización terrestre

GEI, Gases de Efecto Invernadero

THc, Toxicidad Humana cancerígena

THnc, Toxicidad Humana no cancerígena

I HC, Intensidad de la Huella de Carbono

In, Ingresos

RI, Radiación Ionizante

TRE L, Tasa de Retorno Energético de Labor

ACV, Análisis del Ciclo de Vida

PL, Productividad Laboral

US, Uso del Suelo

MN, Margen Neto

DAE NR, Demanda Acumulada de Energía No Renovable

TRE NR, Tasa de Retorno Energético No Renovable

AO, Agotamiento del Ozono

PM, Partículas

FO, Formación de Ozono fotoquímico.

UR, Uso de Recursos, minerales y metales

CT, Costo Total

UA, Uso del Agua

### **3.1. Introducción**

La Amazonía ecuatoriana es una de las regiones con mayor diversidad ecológica y cultural del mundo, donde múltiples paisajes forestales, especies animales y vegetales coexisten con las culturas tradicionales de pueblos y/o nacionalidades indígenas que a su vez mantienen esta biodiversidad (Caballero et al., 2016; Paredes et al., 2019). Sin embargo, en las últimas décadas la Amazonía está cada vez más expuesta a la expansión de infraestructura, la presión sobre los recursos naturales y los proyectos de desarrollo, particularmente, la ampliación de la frontera agrícola con el avance del monocultivo como modelo productivo que contribuye a la desestructuración del territorio y de los pueblos

indígenas (Foley et al., 2005; Richards et al., 2014; Vasco et al., 2021). En consecuencia, la evolución del uso del suelo en esta región será un factor determinante para el futuro de las personas que habitan este territorio culturalmente diverso y la riqueza ecológica de sus bosques (Gray y Bilsborrew, 2020; Rivera et al., 2020; Huera- Lucero et al., 2020). Esto es particularmente importante en el caso de la producción de cacao. Ecuador es el tercer exportador a nivel mundial (7,9 % del grano) (Faostat, 2022), ocupando el 12 % del área agrícola cultivada del país (ESPAC, 2022). Se estima que en la región amazónica existen 60.000 ha dedicadas al cacao (en 2021), de las cuales 48.600 están en producción, representando el 6,5 % del cacao del Ecuador (ESPAC, 2022), principalmente en las provincias de Sucumbíos (47 %), Orellana (39 %) y Napo (12 %), donde se concentra el 98 % de la producción de cacao (ver Fig. 3.1). Estas provincias son también los territorios más vulnerables debido a la presión del monocultivo (particularmente por parte de las empresas internacionales de cacao para satisfacer la creciente demanda de los consumidores) que está provocando cambios importantes en la división de la tierra, el uso del suelo y la reducción de la cubierta vegetal, e introduciendo el uso de productos químicos en producción agrícola (Viteri y Toledo, 2020).

En la región amazónica, la mayor parte del área cacaotera (aprox. 82 %) se gestiona en pequeñas unidades de producción campesinas e indígenas (< 10 ha) (ESPAC, 2022). Según datos oficiales, sólo el 3 % del área total cultivada está declarada como “sistemas asociados”, donde el cacao se produce junto con otros cultivos (ibid.). Sin embargo, esto contrasta con el trabajo de Torres et al. (2022), que destaca la importancia de los sistemas agroforestales (SAF) tradicionales llamados localmente “Chakra” vinculados en su mayoría a comunidades indígenas (Kichwa) que representan el 48 % de los productores agrícolas de la Amazonía (ESPAC, 2022). Estos SAF se caracterizan por ser sistemas con alta diversidad productiva y biológica entre especies arbóreas, vegetales y animales vinculadas a una tradición agrícola común y amigable con el medio ambiente (Virginio et al., 2014; Torres et al., 2014 y 2017). Así, además del cacao como principal cultivo comercial (Subía et al., 2014), se cultiva una amplia variedad de alimentos (frutas, maíz, yuca, pequeños animales, etc.) y otros bienes no comestibles (madera, hierbas medicinales, etc.) también se producen en estos sistemas (Vera et al., 2019 y 2020). El manejo tradicional y el predominio del trabajo no remunerado permite a las familias campesinas mayores ingresos efectivos derivados del cacao (mercados nacionales e internacionales) y otros productos (mercados locales) (Caicedo et al., 2022a; Heredia et

al., 2021; Avadí et al., 2021). Desde un enfoque de metabolismo energético, los SAF suelen presentar alta eficiencia y baja dependencia del uso de energías no renovables (Muner et al., 2015; Armengot et al., 2021; Avadí, 2023), lo que permite la compatibilidad de usos productivos y funciones de los ecosistemas: mantenimiento del clima, sumideros de carbono, ciclos de nutrientes, reservorios de biodiversidad, etc. (Jadan et al., 2012; Lewandowski et al., 2014; Vera et al., 2019; Niether et al., 2020; Purnomo et al., 2021).

En términos económicos, los SAF en la Amazonía ecuatoriana tienen baja productividad (Avadí et al., 2021; Caicedo et al., 2022b). La mayor parte del cacao se comercializa a través de pequeños intermediarios y/o asociaciones de pequeños agricultores (Avadí et al., 2021; Corporación Chakra, 2022). A pesar de la débil asociatividad en Ecuador, algunas asociaciones juegan un papel clave en la negociación de precios, asesoramiento en producción y recolección de insumos (Torres et al., 2022). Por ejemplo, fueron pioneros en fortalecer la producción en sistemas tradicionales, involucrando a los pequeños agricultores en la toma de decisiones o introduciendo áreas orgánicas certificadas (INIAP, 2021). En este sentido, y a pesar de la aparente homogeneidad en los sistemas tradicionales, es posible afirmar que existen diferentes “estilos de manejo” del cacao, es decir, formas distintivas de ordenar y organizar el proceso agrícola que conducen a diferentes resultados en términos de productividad, mercados y, uso de recursos, eficiencia energética, etc. (van der Ploeg y Ventura, 2014; van der Ploeg et al., 2019). Es por esto que las organizaciones vienen exigiendo educación y capacitación agrícola con una perspectiva agroecológica que permita desarrollar el potencial económico del cultivo bajo prácticas conservacionistas (Rosati et al., 2021; Paredes et al., 2022; Ntawuruhunga et al., 2023). Existe, por tanto, una necesidad creciente de promover una transición y escalamiento agroecológico donde, además de la participación de las organizaciones de agricultores (Mier et al., 2018; Futemma, 2021; Giraldo y Rosset, 2022), se requiera el desarrollo de políticas públicas sólidas con un enfoque agroecológico (González de Molina, 2013; MAG, 2018; FAO, 2018; Le Coq et al., 2020).

Trabajos anteriores se han centrado en analizar el desempeño económico y el impacto ambiental del cacao a través de la metodología de evaluación del ciclo de vida (ACV). Por ejemplo, Utomo et al. (2016) o Parra-Paitan y Verburg (2022) analizan, entre otros impactos, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y el uso de energía de

los SAF versus los monocultivos a nivel de finca. Akrofi-Atitianti et al. (2018) o Pérez-Neira (2016b) introducen en esta comparación las diferencias existentes entre el manejo orgánico vs convencional. Publicaciones recientes investigan la productividad energética del trabajo (Pérez-Neira et al., 2020b, Pérez-Neira et al., 2023) o el nexo alimentos-energía-agua en plantaciones jóvenes de cacao (Armengot et al., 2021). Un número mucho menor de estudios evalúa la viabilidad económica del cultivo, estimando indicadores monetarios (ingresos, costes, margen neto, productividad laboral, etc.) para permitir la comparación de diferentes prácticas de gestión (Seufert et al., 2012; Armengot et al., 2016). También destacan aquellas investigaciones que evalúan el ciclo de vida del cacao/chocolate mostrando cómo la producción y el procesamiento/envasado del cacao son los principales focos ambientales (emisiones de GEI, acidificación, energía, agua, etc.) (Recanati et al., 2018; Miah et al., 2018; Bianchi et al., 2021; Boakye-Yiandom et al., 2021; Awafo y Achaw-Owusu, 2022). En Ecuador, particularmente en la región costera del Guayas, Pérez-Neira (2016a) y Pérez-Neira et al. (2020b) cuantifican la demanda acumulada de energía y otras categorías de impacto para la producción de chocolate, mientras que Pino et al. (2013) y Pérez-Neira (2016b) estiman la rentabilidad en función de diferentes gestiones. Más recientemente, Avadí et al. (2021) y Avadí (2023) presentan una evaluación muy completa del desempeño económico y ambiental (utilizando ACV) de la cadena de valor del cacao ecuatoriano, distinguiendo varios tipos de sistemas en cada una de sus fases (es decir, los diversos tipos de sistemas de cultivo, procesamiento y distribución).

En la Amazonía ecuatoriana, Vasco et al. (2021) centran su análisis en los impulsores del gasto en fertilizantes y pesticidas en el norte de la región; Tennhardt et al. (2022) exploran los beneficios colaterales sociales y económicos de las plantaciones de cacao respetuosas con el medio ambiente; mientras que Gray y Bilsborrew (2020) analizan la estabilidad y el cambio dentro del uso de la tierra indígena. A través de un estudio de caso, Caicedo et al. (2022b) comparan el impacto ambiental y económico de los SAF orgánicos y convencionales en la Amazonía ecuatoriana, mientras que Torres et al. (2022) evalúan la capacidad de secuestro de carbono de los chakras con cacao. Hasta el momento, la evaluación económica y ambiental (utilizando ACV) más completa de la producción de cacao en la Amazonía se puede encontrar en Avadí et al. (2021) y Avadí (2023). Con base en datos desagregados del INEC correspondientes a (ESPAC, 2018), estos autores proponen una nueva tipología de productores agrícolas (pequeño productor

de subsistencia, pequeño productor microempresario, mediano y gran productor) que analizan en profundidad para cada una de las tres regiones ecuatorianas (Costa, Sierra y Amazonía). Estos estudios también aportan amplia información sobre las subcadenas de valor y el impacto ambiental según las variedades cultivadas, los sistemas de cultivo, etc.

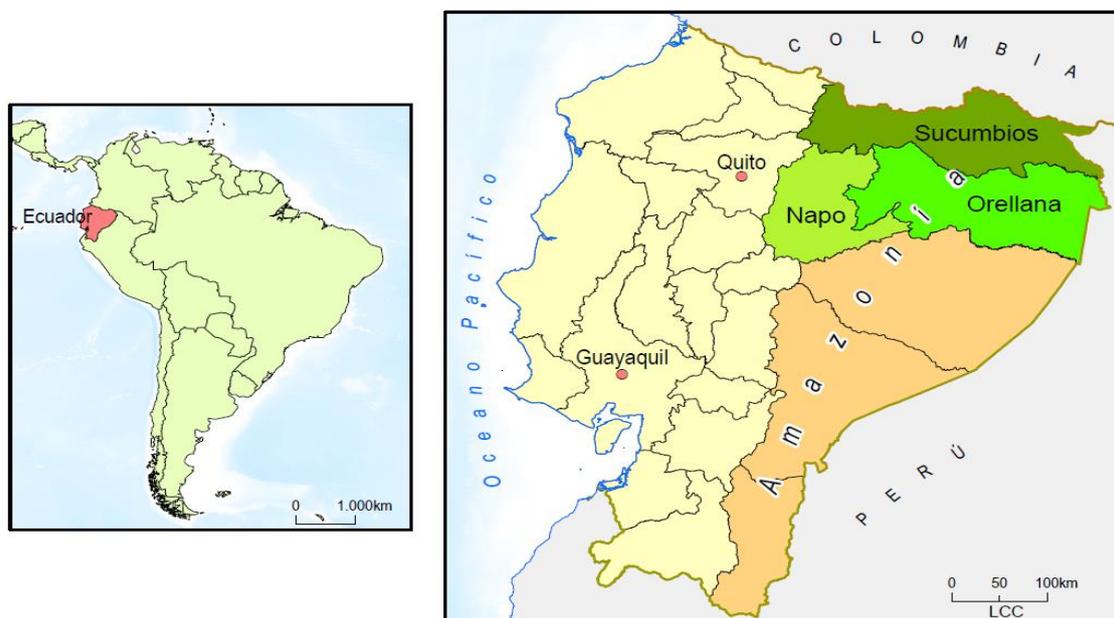
Aún con estos importantes antecedentes, es posible afirmar que las investigaciones que evalúan el desempeño económico y ambiental de la producción de cacao en la Amazonía ecuatoriana aún son escasas y, hasta donde sabemos, no existen estudios previos que investiguen la heterogeneidad de los estilos de manejo vinculados a la producción de cacao entre los pequeños agricultores de la región desde un enfoque ascendente. Esto puede deberse, entre otras razones, a la dificultad, los altos costos y la compleja logística asociada al trabajo de campo requerido para responder estas preguntas. Pero, al mismo tiempo, este vacío en la literatura limita nuestra capacidad científica para hacer afirmaciones sobre el funcionamiento de la producción de cacao en este territorio. En consecuencia, el objetivo de este trabajo es doble: a) evaluar el metabolismo energético y económico agregado de pequeños productores de cacao (< 10 ha) en la Amazonía ecuatoriana y b) investigar las diferencias existentes en los estilos de cultivo de manejo técnico-económico. Para ello, se recopiló información primaria de una muestra estadísticamente representativa del área cacaotera manejada por pequeños agricultores. A partir de esta información se utilizó una metodología de análisis del ciclo de vida (ACV) (Huella Ambiental, EF 3.0) (Zampori y Pant, 2019) y se realizó un análisis costo-beneficio. Los estilos de gestión y su caracterización se realizaron mediante agrupamiento jerárquico híbrido de k-medias. Adicionalmente, se discute la importancia de visibilizar los estilos de manejo productivo que compatibilicen los rendimientos económicos con bajos impactos ambientales como punto de partida para la promoción y escalamiento de la agroecología en la producción de cacao amazónico, ya que el escalamiento necesariamente implicará el compromiso de diferentes actores sociales y políticos.

## **3.2. Materiales y métodos**

### *3.2.1. Estudio de caso y recopilación de información primaria.*

Este estudio se realizó en tres provincias del centro-norte de la Amazonía ecuatoriana: Napo, Orellana y Sucumbíos, las cuales tienen una precipitación promedio anual de 3.000 mm, temperaturas entre 25 y 32 °C y altitudes entre 250 y 800 m sobre el

nivel del mar (Clima -Data.org, 2022). Estas áreas representan el 98 % del área cosechada en la Amazonía ecuatoriana (ESPAC, 2022). Para nuestro análisis se obtuvo información de 279 pequeños productores de cacao de 86 comunidades de las seis asociaciones cacaoteras: Tsatsayaku, Kallari, Wiñak, Asosumaco, San Carlos y Aprocel, las cuales fueron seleccionadas aleatoriamente del total de miembros afiliados y cuya ubicación está representada en la Fig. (3.1) Las fincas fueron seleccionadas con el apoyo de técnicos de campo de la Estación Experimental Central Amazónica, administrada por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), así como agentes de extensión agrícola del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador y las asociaciones de productores de cacao de la región.



**Figura 3.1.** Centro norte de la Amazonía ecuatoriana (Napo, Orellana y Sucumbíos).

Se utilizaron cuestionarios cara a cara con pequeños agricultores (<10 ha de cacao) para recopilar la información primaria necesaria para el inventario de ACV y el análisis de costo-beneficio. El trabajo de campo se realizó durante un año, entre marzo de 2020 y marzo de 2021. Para mejorar la calidad de la información, dado que la mayoría de los agricultores entrevistados no cuentan con registros de producción, se contrastó con información disponible de asociaciones y/u otras fuentes primarias (técnicos, informes del INIAP, estadísticas, etc.). En total, se cubrieron 561 ha de cultivos de cacao, lo que representa el 1,4 % del área manejada por pequeños agricultores (<10 ha) en las tres

provincias (ESPAC, 2022). El tamaño de la muestra corresponde a un margen de error del 5,0 %, para un nivel de confianza del 95 % bajo muestreo aleatorio simple, lo que justifica la validez de los datos para establecer comportamientos generales del área manejada por pequeños productores de cacao: aprox. 82,3 % del área del cultivo en producción, es decir 40.000 ha (ESPAC, 2022).

### *3.2.2. Evaluación ambiental y económica de la producción de cacao en la Amazonía ecuatoriana.*

#### *3.2.2.1. Límites del sistema, unidad funcional e inventario.*

Siguiendo las recomendaciones de la ACV (ISO, 2006), los límites del sistema se definieron según un enfoque de la cuna a la puerta. Las unidades utilizadas para realizar el análisis fueron principalmente tres: ha, kg de cacao y kg de producción vendida (cacao + otros productos como yuca, plátano, etc.). Los impactos ambientales se estimaron contabilizando el consumo directo de materiales y energía asociados con el manejo del cacao, incorporando también los impactos indirectos asociados con los insumos relacionados con el costo ambiental de producir y transportar insumos (fertilizantes, protección de cultivos, herramientas, etc.) utilizados en el manejo agrícola. Se siguió un criterio masivo para la asignación de cargas ambientales. De esta manera los impactos se distribuyeron de dos maneras diferentes: a) todos los impactos se asignaron al cacao como cultivo principal; b) se distribuían entre el cacao y la producción vendida.

Con base en la información primaria recopilada de los 279 cuestionarios, se realizó un inventario donde, además de la producción de alimentos, se clasificaron los principales insumos utilizados en el proceso de producción en cinco categorías (ver Tabla S1 en Anexo 1): a) Fertilización: estiércol, fertilizantes orgánicos como bioles y fertilizantes químicos sintéticos (N, P, K y Ca); b) Protección de cultivos: los principales herbicidas, pesticidas y/o fungicidas utilizados, ya sean convencionales u orgánicos; c) Insumos (derivados del petróleo): incluyendo los principales consumos energéticos (gasolina, diesel o electricidad, en algunos casos, para el secado del cacao o sistemas de riego) y derivados del petróleo como el aceite utilizado en las desmalezadoras; d) Maquinaria y herramientas: inventario de las principales máquinas (principalmente desbrozadoras) y herramientas utilizadas en la gestión, como machetes, prendas de vestir, guantes, pulverizadores, etc. La vida útil de cada máquina y herramienta se estimó y amortizó

durante su tiempo de uso. uso en cada sistema de producción basado en Armengot et al. (2021); e) Mano de obra humana: se contabilizó el tiempo dedicado a la actividad agrícola de cosecha y poscosecha, así como la fertilización, manejo de malezas, etc. Para el análisis económico se distinguió entre trabajo remunerado y no remunerado, la mayor parte del cual era realizado por miembros de la familia.

### 3.2.2.2. *Metabolismo energético, huella de carbono y otros impactos ambientales durante las operaciones agrícolas.*

Con base en la metodología de huella ambiental (HA versión 3.0), se calcularon 16 categorías de impacto con base en la Ec. (1). Se utilizó el software SimaPro y las bases de datos Ecoinvent 3.8. Para la presentación de los resultados y discusión se han priorizado los impactos asociados a la energía y la huella de carbono (HC). Las categorías de impacto restantes (14) se resumen en las Tablas S2, S3 y S4 (ver Anexo 1) de los materiales complementarios. El secuestro de carbono y las emisiones asociadas con el cambio de uso de la tierra no se consideraron en el HC. La eficiencia del uso de energía se derivó de los indicadores TRE NR (Ec. (3)), para los cuales la producción de energía se estimó previamente (Ec. (2)) (Tyedmers, 2000). Finalmente, se calculó el TRE L (Ec. (4)) para medir el retorno de energía (biomasa comestible) en relación con la demanda acumulada de trabajo (DAE L), definida como la suma del trabajo humano más el consumo de energía no renovable. en la finca que reduce/complementa el trabajo agrícola en la finca (maquinaria, combustibles, etc.) calculado a partir de Pérez-Neira et al. (2020b).

$$\mathbf{HA} = \sum I_{(j)} \times C_{(i,j)} \quad (1)$$

$$\mathbf{PE} = \sum D_{(c)} \times \alpha_{(c)} + \sum BC_{(f)} \times \alpha_{(f)} \quad (2)$$

$$\mathbf{TRE\ NR} = PE / (SAE\ or\ DAE\ NR) \quad (3)$$

$$\mathbf{TRE\ L} = PE / DAE\ L \quad (4)$$

En la ecuación anterior: HA i = Huella Ambiental de la categoría i (donde i = DAE NR (Demanda Acumulada de Energía No Renovable; HC (Huella de Carbono); AO (Agotamiento de la Capa de Ozono); RI (Radiación Ionizante); FO (Formación de Ozono fotoquímico). ); PM (Partículas); THnc (Toxicidad Humana no cancerígena); THc

(Toxicidad Humana cancerígena); AC (acidificación); EUfw (Eutrofización agua dulce); EUm (Eutrofización marina); EUt (Eutrofización terrestre ); ECfw (Ecotoxicidad agua dulce); UT (Uso de la tierra); UA (Uso de agua) y UR (Uso de recursos, minerales y metales); I(j) = Insumo j (donde j: fertilizantes, protección de cultivos, derivados del petróleo; maquinaria, herramientas, etc.) (diferentes unidades/kg o ha); C(i,j) = Factor de caracterización del impacto i con relación al insumo j, que permite agregar y homogeneizar las emisiones (impacto por unidad); PE = Producción de energía (MJ.ha<sup>-1</sup>); D(c) = Cacao seco (kg.ha<sup>-1</sup>); α(c) = Coeficiente energético del cacao seco (MJ.ha<sup>-1</sup>); BC(f) = Subcultivo f (f = plátano, yuca, etc.) (kg.ha<sup>-1</sup>); α(f) = Coeficiente energético del subcultivo f (MJ.ha<sup>-1</sup>); TRE NR = Tasa de Retorno Energético No Renovable; TRE L= Tasa de Retorno Energético Laboral; DEA L = Demanda Energética Acumulada por mano de obra (MJ.ha<sup>-1</sup>), computada como la suma de la energía del trabajo humano más el consumo de energía no renovable en la finca que reduce/complementa el trabajo agrícola en la finca (maquinaria, combustibles, etc.)

### 3.2.2.3. Análisis costo-beneficio del manejo del cacao en finca

Para investigar la dimensión económica se realizó un análisis costo-beneficio del manejo de fincas cacaoteras (Jaibumrung et al., 2023): a) Ingresos (In) por la venta de cacao y otros coproductos (yuca, plátano, etc.) y, b) Los costos totales (CT) se evaluaron como la suma de los gastos en fertilización, protección de cultivos, insumos (derivados del petróleo: diesel, gasóleo, electricidad), gastos en maquinaria y herramientas depreciados según su vida útil (Armengot et al., 2021) y otros costos (que representan montos muy pequeños), así como el trabajo asalariado. Tanto las cantidades básicas como los precios se obtuvieron de los cuestionarios. El margen neto (MN) se utilizó como indicador de la rentabilidad del cultivo (Ec. (5)) y la productividad laboral (PL) según lo definido por la Ec. (6) y también se obtuvieron la eficiencia en la generación de ingresos netos agrícolas (Ec. (7)). Además, se calcularon dos indicadores de ecoeficiencia: intensidad energética (margen neto en \$ por MJ) (Ec. (8)) e intensidad de emisiones (CO<sub>2</sub>-eq/MN en \$) (Ec. (9)).

$$MN = \sum In - \sum CT \quad (5)$$

$$PL = MN/L \quad (6)$$

$$EEco = MN/In \times 100 \quad (7)$$

$$IE = MN / DAE NR \quad (8)$$

$$IHC = HC / MN \quad (9)$$

En las ecuaciones anteriores: MN = Margen Neto (\$·ha<sup>-1</sup>); In(f) = Ingresos derivados de la venta de cacao y subcultivos (\$·ha<sup>-1</sup>); CT = Costo total (\$·ha<sup>-1</sup>) (que incluye gastos en fertilizantes, protección de cultivos, suministros como diesel, aceite, etc. y mano de obra remunerada); PL (\$·h<sup>-1</sup>) = Productividad laboral; L = mano de obra ((h·ha<sup>-1</sup>) (que incluye tanto el trabajo remunerado como el no remunerado, principalmente el trabajo familiar); EEco = Eficiencia Económica; IE = Intensidad Energética (\$·MJ<sup>-1</sup>); IHC= Intensidad de la Huella de Carbono (kg CO<sub>2</sub>-eq·\$<sup>-1</sup>)

### 3.2.3. *Análisis estadístico, caracterización y clasificación técnico-económica de la producción de cacao en la región amazónica.*

Como se mencionó anteriormente, se han recopilado datos de 279 fincas con un área total de 561 ha de cacao cultivadas, que no se distribuye uniformemente entre ellas. En consecuencia, el tamaño de cada explotación se utilizó como ponderación en el cálculo de la media y otras estadísticas. Dado que las variables observadas no se distribuyen normalmente, principalmente debido a la presencia de un alto grado de asimetría y varios valores extremos, se utilizó bootstrapping para estimar los intervalos de confianza para los valores medios y totales de los pequeños productores de cacao de la Amazonía ecuatoriana. Bootstrapping es un procedimiento estadístico que vuelve a muestrear un único conjunto de datos con reemplazo para crear muchas muestras simuladas, lo que permite calcular errores estándar o intervalos de confianza que son asintóticamente más precisos que los intervalos estándar obtenidos utilizando la varianza muestral y el supuesto de normalidad (que no se cumple) (DiCiccio y Efron, 1996). Específicamente, el bootstrap acelerado y corregido por sesgo (BCa) es el método elegido para construir los intervalos de confianza a partir de la distribución bootstrap de 10.000 replicaciones, utilizando la media ponderada como estimador. El enfoque BCa ajusta tanto el sesgo como la asimetría en la distribución bootstrap y es preciso en una amplia variedad de entornos, produciendo intervalos razonablemente estrechos (Efron, 1987).

Para la caracterización técnico-económica de los estilos de cultivo se han considerado diferentes variables, particularmente: rendimientos, ingresos, uso de

fertilizantes, protección de cultivos, insumos -donde se incluye energía-, consumo de herramientas y maquinaria, mano de obra (familiar y/o remunerada), los costos totales, la eficiencia económica y el margen neto del cacao y de la finca en su conjunto (incluida la venta de coproductos). Para establecer una clasificación de las fincas se aplicó el análisis de conglomerados. Análisis de conglomerados es el nombre que recibe un conjunto de técnicas estadísticas multivariadas cuyo principal objetivo es agrupar objetos (en nuestro caso, fincas) en función de sus características de tal manera que las unidades dentro de un conglomerado presenten una alta similitud entre sí, mientras que siendo claramente diferente de las unidades de otros grupos (Hair et al., 1998). Se pueden encontrar ejemplos recientes del uso del análisis de conglomerados en este campo en Ghisellini et al. (2016) o Boulestreau et al. (2022). Los métodos de agrupamiento más comunes se pueden clasificar en jerárquicos y no jerárquicos, pero, como Ghisellini et al. (2016), el enfoque que hemos seguido es una combinación de ambos para obtener los beneficios de cada uno (Hair et al., 1998) a través de un algoritmo llamado agrupamiento jerárquico híbrido de k-medias (Kassambara, 2017). En este algoritmo, el número de conglomerados y sus centros están determinados por el agrupamiento jerárquico (utilizando la distancia euclidiana y el enlace Ward), y luego esta información se introduce en un agrupamiento de k-medias para producir los conglomerados finales. Todos los análisis se realizaron utilizando el software estadístico R v.4.2.1 (y los siguientes paquetes: tidyverse (v.1.3.2), boot (1.3–28), modi (v.0.1.0) y factoextra (v.1.0.2)).

### **3.3. Resultados**

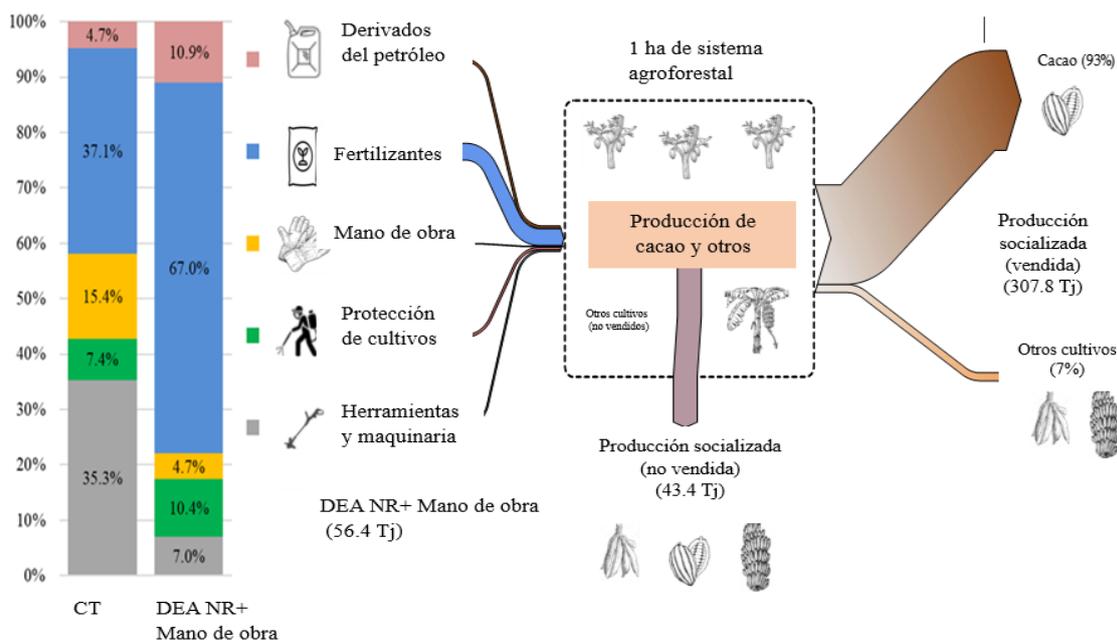
#### *3.3.1. Metabolismo energético y económico de la producción de cacao en la Amazonía ecuatoriana.*

En promedio, las fincas analizadas tienen 2,0 ha con cacao; 93,5% en SAF y 7,5% en monocultivo (ver Tabla 3.3). El 23% de los agricultores utiliza fertilizantes o químicos sintéticos, por lo que se denominan fincas "convencionales". El 77% restante no utiliza químicos sintéticos para el manejo de sus agroecosistemas, es decir, siguen un manejo orgánico (certificado o no certificado), pero sólo el 22% de ellos son orgánicos certificados. El 63% de los encuestados eran kichwas y el 37% mestizos. Las variedades de cacao más cultivadas fueron Nacional (47%), Superárbol (28,8%), CCN51 (17,3%) (Trinitarios) e INIAP (5,9%). En nuestra muestra no hay agricultores con riego tecnificado. La Tabla 3.1 resume el metabolismo energético y económico asociado con

los pequeños productores de cacao en la Amazonía ecuatoriana. La producción total de la zona (40.000 ha) se estimó en 34,9 mil toneladas de alimentos (841 kg. ha<sup>-1</sup> en promedio y, en particular, 289 kg. ha<sup>-1</sup> de cacao). Esta producción ascendió a 307,8 TJ (7.692 MJ. ha<sup>-1</sup>) en forma de energía comestible, de la cual el 72,7% fue cacao, el 5,8% por cultivos de venta en el mercado y el 21,5% por cultivos no vendidos (autoconsumo, redes familiares), etc.). Esta producción generó un ingreso total de \$ 23,38 millones (584 \$. ha<sup>-1</sup>), de los cuales el 93% provino del cacao. Por el lado de los insumos, el consumo energético se estimó en 56,4 TJ (1.409 MJ. ha<sup>-1</sup>), siendo el uso de fertilizantes (67%) y derivados del petróleo (10,9%) los insumos con mayor peso sobre el total (Figura 3.2). El análisis económico arroja una CT de 4,3 millones de \$ (107,5 \$. ha<sup>-1</sup>), siendo la suma de fertilizantes y herramientas y maquinaria el 72% del total. Por otro lado, la mano de obra representó el 15,4% de los costos de producción y el 4,7% del consumo de energía.

**Tabla 3.1.** Metabolismo energético y económico de la producción de cacao en pequeña escala en la Amazonía ecuatoriana (estimaciones promedio por hectárea y total más de 40.000 ha)

Individuos/ Unidades	Energía				Económico			
	MJ. ha <sup>-1</sup>		T.J.		\$. ha <sup>-1</sup>		\$ x 10 <sup>6</sup>	
	Estimar	IC del 95 %	Estimar	IC del 95 %	Estimar	IC del 95 %	Estimar	IC del 95 %
A) Salida (i + ii+ iii)	7.692,4	[7.093; 8,401]	307.8	[ 283.7 ; 336.1 ]	584.3	[524.8; 650.7]	23.4	[ 21,0; 26.0 ]
i. Cacao	5.592,8	[4.999; 6,293]	223.8	[ 200.0 ; 251.8 ]	542.9	[485.1; 609.3]	21.7	[ 19.4; 24.3 ]
ii. Cosechas (vendidas)	448.7	[328.3; 611.2]	18.0	[ 13.1 ; 24.5 ]	41.4	[30.9; 55.6]	1.7	[ 1.2; 2.2 ]
iii. Cosechas secundarias (no vendidas)	1.650,9	[1541; 1,744]	66,0	[ 61,7; 69.8 ]	-	-	0.0	-
B) Entradas (i + ... + v)	1.409,6	[ 1,051 ; 2,266 ]	56.4	[ 42.1; 90.7 ]	107.5	[91.2; 129.6]	4.3	[ 3.6; 5.2 ]
i. Fertilización	944.0	[ 613.5 ; 1.892,1]	37.8	[ 24,5; 75.7 ]	39.9	[26,9; 60.4]	1.6	[ 1.1; 2.4 ]
ii. Protección de cultivos	146.4	[ 106.9 ; 197.8]	5.9	[ 4.3; 7.9 ]	7.9	[5.6; 11.1]	0.3	[ 0.2; 0.4 ]
iii. Derivados del petróleo	154.1	[ 114.5 ; 206.5 ]	6.2	[ 4.6; 8.3 ]	5.1	[3.7; 6.9]	0.2	[ 0.1; 0.3 ]
IV. Herramientas y maquinaria y otros costos	98.9	[ 94.4 ; 103.8 ]	4.0	[ 3.8; 4.2 ]	38.0	[34,5; 41.6]	1.5	[ 1.4; 1.7 ]
v. trabajo	66.3	[60,2; 72.7]	2.7	[ 2.4; 2.9 ]	16.6	[12.2; 22.4]	0.7	[ 0,5; 0.9 ]



**Figura 3.2.** Metabolismo energético de la producción de cacao en pequeñas fincas en la Amazonía ecuatoriana (total más de 40.000 ha)

El DEA NR y HC de producir 1 kg de cacao se estimó en 4,18 MJ y 0,98 kg CO<sub>2</sub>-eq; 3,47 MJ y 0,75 kg CO<sub>2</sub>-eq si se considera en el análisis toda la producción vendida (Tabla 3.2). En términos de eficiencia, la TRE NR del cacao fue de 24,9, lo que significa que, por cada unidad de energía no renovable introducida en el sistema, se obtienen más de 24 en forma de cacao. En términos económicos, el MN generado por la venta de cacao y otros derivados en toda la región amazónica se estimó en \$ 19,07 millones (476 \$. ha<sup>-1</sup>) siendo el cacao el producto más importante. Cruzando la dimensión ambiental y económica, el IE de producción vendida se estimó en \$ 2,19 MN por cada MJ de DEA NR, lo que implicó emisiones de 0,39 kg CO<sub>2</sub>-eq por cada \$ MN (I HC). Así mismo, la productividad laboral (PL) se estimó en \$ 3,6 por hora trabajada y la eficiencia económica (EEco) en 78,8%. Las tablas S2, S3 y S4 (ver Anexo 1) muestran las restantes categorías de impacto ambiental analizadas (AC, PO, etc.) por hectárea, kg de cacao y kg de producción vendida.

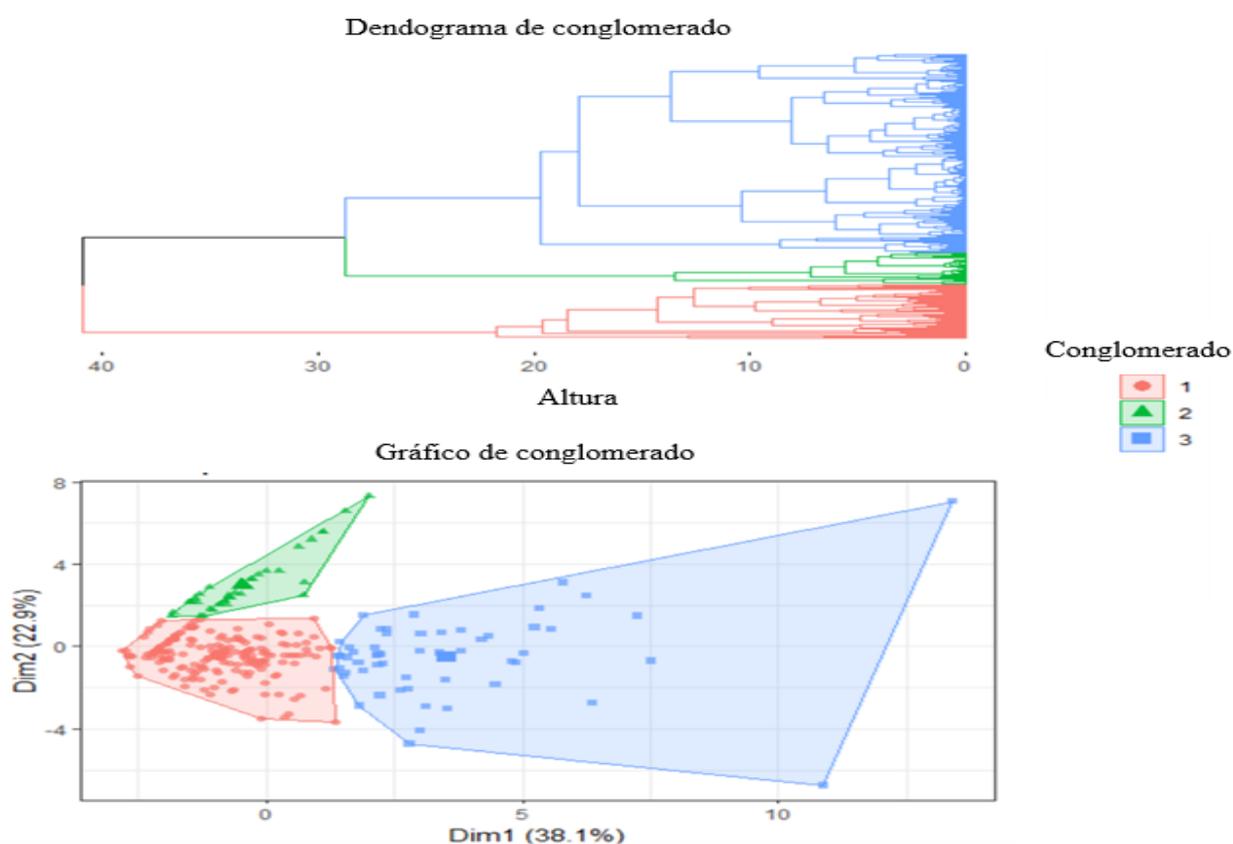
**Tabla 3.2.** Indicadores de eficiencia ambiental y económica en la producción de cacao en la Amazonía ecuatoriana (diferentes unidades; (\*) = total -sobre 40.000 ha)

Indicadores	Unidad	Valor	
		Estimar	IC del 95 %
a. Energía y HC			
DEA NR	TJ (*)	53.8	[39,7; 87.8]
	MJ. ha <sup>-1</sup>	1343	[995; 2193]
	MJ. kg <sup>-1</sup> cacao	4.18	[3.3; 6.7]
	MJ.kg <sup>-1</sup> de producción vendida	3.47	[2.7; 6.1]
HC	Mt CO <sub>2</sub> -eq (*)	8.16	[6.8; 711.5]
	kg CO <sub>2</sub> -eq. ha <sup>-1</sup>	203.9	[169; 287]
	kg CO <sub>2</sub> -eq.kg <sup>-1</sup> cacao	0.98	[0,8; 1.3]
	kg CO <sub>2</sub> -eq.kg <sup>-1</sup> producción vendida	0.75	[0,7; 1.0]
TRE NR cacao	Cacao	24,9	[21,0; 30.3]
TRE NR vendió producción	-	27,8	[23,5; 33.3]
TRE L	-	15.6	[14,0; 18.2]
b. Económico			
i. Cacao			
MN	dólares x 10 <sup>6</sup> (*)	17.42	[15.4; 19.7]
	\$. ha <sup>-1</sup>	435.4	[385.9; 493.4]
IE	\$. MJ <sup>-1</sup>	2.19	[1.8; 2.7]
I HC	kg CO <sub>2</sub> -eq.\$ <sup>-1</sup>	0.47	[0,2; 0.7]
ii. Producción vendida (cacao + subproductos)			
MN	\$ x 10 <sup>6</sup> (*)	19.07	[17,0; 21.4]
	\$. ha <sup>-1</sup>	476.8	[424.9; 536.2]
PL	\$. hora <sup>-1</sup>	3.61	[3.2; 4.2]
EEco	%	78.85	[75,3; 81.6]
IE	\$. MJ <sup>-1</sup>	2.46	[2.2; 3.0]
I HC	kg CO <sub>2</sub> - eq.\$ <sup>-1</sup>	0.39	[0,1; 0.6]

### 3.3.2. Caracterización técnico-económica y tipologías de manejo en la producción de cacao amazónico.

Sobre la base de sus diferencias en la gestión técnica y económica, el análisis de conglomerados descrito anteriormente encontró tres conglomerados de pequeños productores de cacao. El dendrograma en la Figura 3.3 (arriba) muestra el proceso de aglomeración del agrupamiento jerárquico, donde cada finca comienza como su propio conglomerado y se agrupa sucesivamente por similitud hasta que todas las observaciones forman un solo conglomerado, mostrando que tres es un número apropiado de conglomerados en términos de estabilidad ya que la altura de cada unión indica la disimilitud entre clusters. El diagrama de dispersión de la Figura 3.3 (abajo) muestra las observaciones, coloreadas por conglomerados de acuerdo con la solución final de k-medias, representadas en las dos primeras dimensiones (que representan más del 60 % de

la varianza total de los datos) obtenidas por análisis de componente principal. También se traza un casco convexo para cada grupo, que muestra una separación completa entre los grupos. La Tabla 3.3 presenta una caracterización de cada uno de los tres conglomerados (número de fincas, etnia, superficies, sistemas de cultivo, etc.), la Tabla S1 (ver Anexo 1) presenta el inventario detallado de insumos y productos utilizados para el análisis ambiental y económico por conglomerado y las Tablas S2, S3 y S4 (ver Anexo 1) también muestran las categorías de impacto ambiental analizadas (AC, PO, etc.) por hectárea, kg de cacao y kg de producción vendidos por clúster.



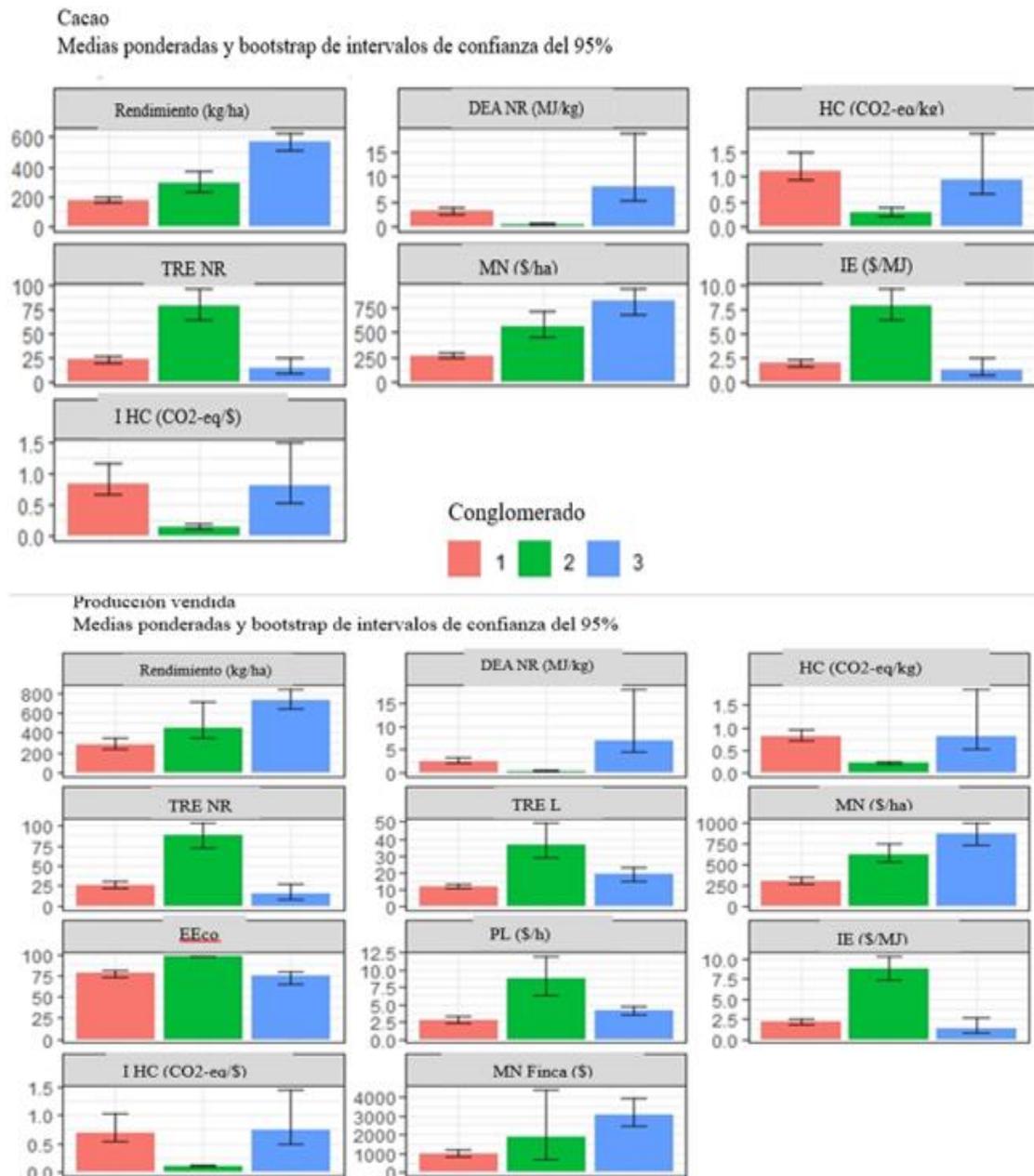
**Figura 3.3.** Dendrograma de conglomerados y gráfico de conglomerados de la producción de cacao en la Amazonía ecuatoriana.

**Tabla 3.3.** Principales características de las fincas según estilos de manejo de cacao en la Amazonía ecuatoriana

Características	Unidad	Total	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
<b>Características de la finca</b>					
i. Granjas	norte	278	188	36	55
ii. Etnicidad					
kichwa	%	63.3	71.1	94.4	16.4
Mestizo	%	36.7	28,9	5.6	83.6
iii. Área de superficie					
Cacao	ha por finca	2,0 ( $\pm 1,6$ )	2,0 ( $\pm 1,6$ )	1,3 ( $\pm 1,3$ )	2,7 ( $\pm 1,7$ )
	ha	522.7	367	46.7	147.2
SAF	% ha	93.5	94.6	97.0	89.7
Monocultivo	% ha	6.5	5.4	3.0	10.3
iv. Variedades de cacao					
CCN51	% ha	17.8	16.3	6.9	30.1
INIAP	% ha	5.9	7.8	0.0	3.0
nacionales	% ha	47.5	50.2	79,9	17.3
Super-árbol	% ha	28.8	25.7	13.2	49.6
Más de 1 variedad en la finca	% fincas	15.0	13.4	5.6	25.5
v. Utilizar productos químicos sintéticos	% fincas	22.7	11.2	0.0	76.4
vi. Certificación orgánica	% fincas	22.6	21,9	47.2	7.3

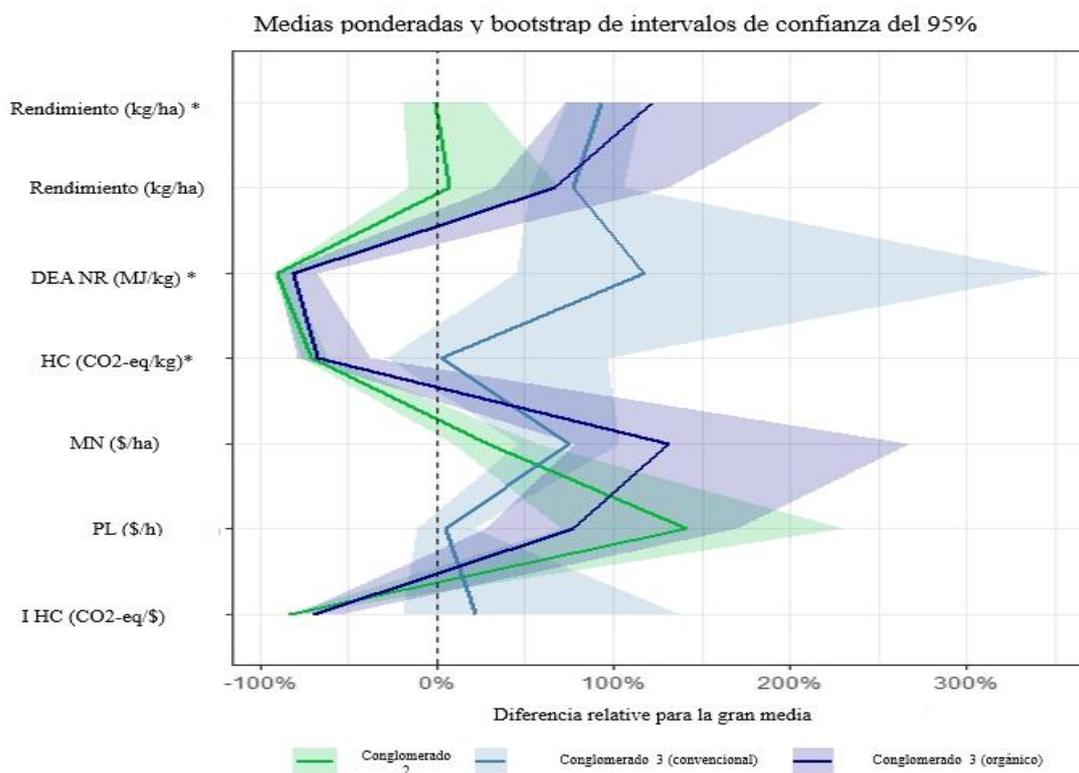
El primer y mayor conglomerado (C1) (67,3% de la muestra) concentra a aquellos agricultores (71 y 29% kichwa y mestizos) que apenas manejan sus fincas cacaoteras, siguiendo una estrategia que podría llamarse casi de “cosecha”. El 89% de las fincas de este grupo no utilizan químicos sintéticos, aunque solo el 22% de ellas son orgánicas certificadas. El 11% restante utiliza fertilizantes químicos de síntesis o productos fitosanitarios de forma muy ocasional y no sistemática. La superficie promedio de este grupo es de 2,0 ha por finca y las variedades más frecuentes fueron Nacional (50%), Superárbol (25,7%) y CCN51 (16%). C1 es el grupo con los rendimientos más bajos (177 kg. ha<sup>-1</sup>), PL total (3,37 \$/h) y rentabilidad (cacao y márgenes netos totales son 268 y 304 \$. ha<sup>-1</sup>, respectivamente). Sin embargo, en términos de eficiencia energética incluyendo los subcultivos, los resultados muestran cifras superiores al C3, es decir, una TRE NR en torno a 22,5 (Figura 3.4). El segundo conglomerado (C2) representa el 12,9% de la muestra y está compuesto por agricultores orgánicos (100%), en su mayoría kichwas (94,5%), que no utilizan químicos de síntesis y manejan sus pequeñas fincas (1,3 ha en promedio) culturalmente. El 47,2% de estas fincas son orgánicas certificadas y producen en su mayoría cacao fino de aroma nacional (80%). Los agricultores de C2 minimizan los gastos monetarios externos al no depender de insumos externos, sin embargo, obtienen

mayores rendimientos y MN que en C1 debido a un manejo más sistemático de los SAF (podas de mantenimiento, manejo integrado de plagas, etc.). C2 es el clúster con mayor eficiencia económico-ambiental total con una I HC de 0,29 kg CO<sub>2</sub>-eq. \$<sup>-1</sup> y una productividad laboral total dos veces mayor que la de los otros dos clústeres: 8,73 \$. ha<sup>-1</sup>. C2 es también el clúster con menor impacto ambiental en todas las categorías y unidades funcionales evaluadas (Tabla S2, S3 y S4 ver Anexo 1)



**Figura 3.4.** Huella de carbono, consumo de energía e indicadores económico-ambientales por conglomerado.

Finalmente, el tercer conglomerado (C3) (el 19,8 % restante) está compuesto principalmente por fincas convencionales (76 %) de un tamaño promedio de 2,7 ha de cacao manejadas en su mayoría por agricultores mestizos (84 %). Este es el clúster con mayor manejo intensivo, con mayores costos totales y rendimientos de cacao por hectárea (565 kg. ha<sup>-1</sup>). Las principales variedades cultivadas son Superárbol (50%) y CCN51 (30%). Su MN es el más alto de los tres grupos (815 y 863 \$. ha<sup>-1</sup> considerando cacao y todos los cultivos, respectivamente). En términos de eficiencia energética, C3 obtiene un TRE NR de 14.8 y un I HC total de 0.93 kg CO<sub>2</sub>-eq. \$<sup>-1</sup>. Dentro de C3 hay un número reducido de fincas (24%) que realizan un buen manejo orgánico (fertilización, labores culturales, etc.). Si comparamos estos resultados con el comportamiento promedio de la muestra (Figura 3.5), observamos como si todas las fincas del cluster 3 se comportaran como fincas convencionales, la producción de cacao aumentaría en un 93%, llegando a una MN (producción vendida) 75% mayor que el actual, Sin embargo, esta intensificación de la producción aumentaría el impacto ambiental de la gestión y disminuiría la eficiencia económica/energética. Por ejemplo, el indicador DEA NR e I HC aumentaría un 117 y un -21,8% respectivamente. Si la producción orgánica del clúster 2 fuera la gestión dominante, la producción de cacao se mantendría más o menos constante y la MN aumentaría un 29 %, lo que haría que la productividad laboral económica fuera un 141 % más alta que el promedio actual. Al mismo tiempo, en términos ambientales, DEA NR y I HC se reducirían aproximadamente en un 90 y 70%. Sin embargo, si se ampliara la gestión de las fincas orgánicas en el grupo 3, el MN podría incrementarse a niveles C3 convencionales, pero sin comprometer los resultados ambientales.



**Figura 3.5.** Comparación de resultados de rentabilidad, consumo de energía, huella de carbono e indicadores de ecoeficiencia de las fincas del clúster 2, clúster 3 (convencional) y clúster 3 (orgánico) con resultados promedio. Los indicadores con asterisco (\*) se refieren al cacao, mientras que los demás se refieren a la producción vendida.

### 3.4. Discusión

#### 3.4.1. Impactos económicos y ambientales de la producción de cacao en la Amazonía ecuatoriana.

Nuestro estudio muestra cómo los pequeños productores de la Amazonía ecuatoriana producen cacao principalmente en SAF de baja intensidad donde el trabajo familiar es el principal insumo (Vera et al., 2020; Jadan, 2012; Ntawuruhunga et al. 2023). Este resultado, que es congruente con Torres et al. (2022), sugiere que las estadísticas públicas pueden estar subestimando la presencia de este tipo de sistemas en la región. Parece haber consenso en que los SAF amazónicos tienen bajos rendimientos de cacao, lo que se traduce en bajos ingresos. Si el rendimiento promedio en Ecuador para la Amazonía se estima en  $360 \text{ kg. ha}^{-1}$  (ESPAC, 2022), nuestro estudio reporta un rendimiento menor para los pequeños productores ( $260 \text{ kg. ha}^{-1}$ ). A pesar de gastar poco en insumos y tener una alta eficiencia económica (EEco), los agricultores obtienen

márgenes modestos (391 \$. ha<sup>-1</sup>), especialmente en comparación con los monocultivos convencionales en la costa ecuatoriana (aprox. 2.000 \$. ha<sup>-1</sup>) (Pérez-Neira, 2016 b; Avadí et al., 2021) que, sin embargo, tienen una eficiencia económica mucho menor debido a los altos costos de los insumos, además de una mayor dependencia de las energías no renovables (DEA NR) y otros impactos ambientales (Utomo et al., 2016; Pérez -Neira, 2016b; Viteri et al., 2020; Parra-Patain y Verburg, 2022). Avadi et al. (2021) estiman una ganancia promedio para pequeños productores de cacao de subsistencia y microempresarios en Ecuador de \$500 y \$2500. Nuestro trabajo arroja resultados intermedios (\$ 1.600) pero con una gran dispersión en los datos debido, entre otros factores, a las diferencias en el tamaño promedio de las fincas y el estilo de gestión (ver sección 1.3.2). A nivel agregado, la MN estimada para las 40.000 ha representa el 11,7% de la ganancia estimada para la producción de cacao de los pequeños agricultores en Ecuador (89% del área de cultivo está en manos de pequeños agricultores).

La gran mayoría de los agricultores en estos SAF venden banano o yuca en los mercados locales, generando ingresos adicionales, pero el principal destino de los coproductos es el autoconsumo y/o el intercambio en redes familiares/locales (ver Figura 3.3). Estas prácticas culturales no generan ingresos, pero reducen gastos y contribuyen a la autonomía y seguridad alimentaria de las comunidades donde se insertan los productores (Jianbo, 2006; Jacobi et al., 2015). En este sentido, nuestro estudio no ha podido capturar todo el potencial productivo asociado con estos SAF de cacao. Por ejemplo, Armengot et al. (2021) o Pérez-Neira et al., (2023) estiman cómo la producción de coproductos por hectárea puede ser sustancialmente mayor que la del cacao. Por lo tanto, hay una parte de la producción de alimentos (no cuantificada) que no se cosecha y que podría mejorar la autonomía alimentaria de las familias productoras y sus comunidades y/o venderse en circuitos económicos alternativos para obtener mayores ingresos por hectárea. La baja dependencia de insumos externos y energías no renovables encontrada en nuestra investigación hace que los impactos ambientales asociados al cacao amazónico sean menores a los obtenidos en estudios previos. Por ejemplo, Pérez-Neira (2016b) o Armengot et al., (2021) estiman una DEA NR de 7,4 y 4,8 MJ.kg<sup>-1</sup> de cacao para SAF convencionales en la costa ecuatoriana y Bolivia respectivamente, mientras que Utomo et al. (2016) obtienen una HC comprendida entre 0,39-0,81 kg CO<sub>2</sub>-eq en Indonesia. Nuestros valores son incluso inferiores a los obtenidos por Avadí (2023) para pequeñas fincas de cacao en la Amazonía (< 5 ha) (DEA NR entre 5,8 y 7,9 MJ.kg<sup>-1</sup>

cacao), lo que apunta a una menor dependencia de insumos externos. Por otro lado, cabe señalar que en SAF, la productividad energética del trabajo (TRE L) es significativa y la alta productividad/eficiencia laboral tiene sinergias positivas con la seguridad alimentaria (Altieri et al., 2011). Un TRE L superior a 5 implica que los sistemas productivos analizados son capaces de generar suficientes excedentes energéticos para una reproducción extendida del trabajo en términos energéticos (ver Marco et al., 2020; Padró et al., 2019) como es el caso de SAF de cacao en la Amazonía, cuyo TRE L se estimó entre 14.7-20.4.

### *3.4.2. Estilos de manejo en cacao amazónico y la necesidad de políticas públicas para el escalamiento de la agroecología*

Nuestros resultados muestran que los pequeños productores de cacao siguen al menos tres estilos de gestión diferentes. Cada uno de estos estilos responde a una lógica diferencial a la hora de organizar la producción y proporciona diferentes resultados económicos y ambientales (van der Ploeg y Ventura, 2014). El manejo orgánico de SAF C2 y C3 (orgánico)- son los más eficientes energéticamente (TRE NR), tienen menor HC por kg de cacao (y otros impactos ambientales); y logra la más alta eficiencia económica (EECo) y rendimiento del trabajo (PL). Estos resultados están en línea con estudios previos que muestran cómo la agricultura orgánica, especialmente basada en la agroecología: 1) reduce su dependencia de energías no renovables (Smith et al., 2015; Seufert et al., 2012) y 2) permite similares o incluso mayores ingresos en términos de productividad laboral que la gestión convencional (Armengot et al., 2016; van der Ploeg et al., 2019; Caicedo et al., 2022b). Hay fuertes razones para apoyar la hipótesis de que la agricultura agroecológica puede impulsar un modelo técnico-económico capaz de generar ingresos comparables, si no superiores, a los del monocultivo convencional (van der Ploeg et al. 2019). Este potencial radica en la confluencia de dos razones: a) la mayor relación margen neto a ingreso (EECo) y b) la volatilidad de los precios fuera de la finca que implican un aumento constante de los costos y una reducción de los ingresos (ib.). Los efectos derivados del “pico del petróleo” (Arizpe et al., 2015) y la actual crisis energética (IEA, 2022) pueden exacerbar esta tendencia, generando una necesidad imperiosa de escalar las prácticas agroecológicas (MAG, 2018; FAO, 2018; Sabourin et al., 2018). Es por esto que los movimientos sociales de soberanía alimentaria han venido proponiendo diferentes estrategias de escalamiento de la agroecología para

acompañar y facilitar procesos que permitan una transición agraria sostenible que además mejore la capacidad de ingresos de las familias campesinas (FAO, 2018; Gliessman, 2019).

El objetivo que se persiga podría centrarse, por ejemplo, en la difusión de la gestión exitosa de fincas -como las fincas orgánicas del cluster 3- entre el mayor número posible de productores del territorio (escalamiento) junto con la implementación de políticas públicas y estrategias institucionales que facilitan estos procesos (escalamiento) (Rosset y Altieri, 2017; González de Molina, 2013; Titonell, 2019). Algunas estrategias “de abajo hacia arriba” que se han implementado en otros territorios han sido: la difusión de buenas prácticas de manejo desde “faros agroecológicos” (Nicholls y Altieri, 2018), procesos “campesino a campesino” (Holt-Giménez, 2006) o escuelas de agroecología (Mier et al., 2018; Rosset et al., 2019). Desde un enfoque científico, algunos de los desafíos pueden estar relacionados con fortalecer la investigación agronómica de base agroecológica y promover procesos de investigación acción participativa (productores, asociaciones y otras instituciones) en las áreas de producción, poscosecha y rentabilidad del cacao (INIAP, 2021; Caicedo et al., 2022b). Actualmente, existen algunas iniciativas de escalamiento del cacao agroecológico en la Amazonía a nivel de finca lideradas por ONG, organizaciones provinciales y locales, incluyendo la participación de la academia e institutos de investigación (GADPN, 2017; Corporación Chakra, 2022). Sin embargo, estas iniciativas son limitadas y existe la necesidad de políticas alimentarias que aborden, entre otras cuestiones: aspectos regulatorios específicos, mejor acceso a mercados de valor (el precio diferencial del mercado orgánico no está funcionando como un incentivo económico -ver (Avadí et al., 2021), políticas de distribución, comercialización, almacenamiento del propio cacao como política de acceso al recurso, sensibilización del consumidor, valoración de los servicios ecosistémicos y/o fortalecimiento de las organizaciones territoriales (Le Coq et al., 2020; Avadí et al., 2021 ; Ntawuruhunga et al., 2023).

### *3.4.3. Limitaciones e investigación futura*

Este trabajo tiene algunas limitaciones que nos gustaría señalar:

a) Existe un potencial económico y ambiental relacionado con los coproductos en SAF que debe evaluarse más a fondo (Armengot et al., 2021), así como otros aspectos económicos relacionados con las cadenas de suministro y las subcadenas de suministro

que deben explorarse (posibilidades de mercado, transformación, etc.) (Avadí et al., 2021); b) Cálculos completos de HC para cada estilo de manejo encontrado incluyendo, por ejemplo, emisiones de residuos de cosecha (INIAP, 2021), capacidad de secuestro de carbono de los sistemas y los efectos del cambio de uso de suelo (CUS) (Torres et al., 2022); c) Como se discute en Avadí (2023), al incorporar el secuestro de carbono en los cálculos de HC, las emisiones por ha y kg pueden ser negativas. Este tipo de análisis puede abrir el debate sobre valoración y compensación económica por el mantenimiento de múltiples funciones ecosistémicas asociadas a SAF (ver: Jadan, 2012; Lewandrowski et al., 2014; Vera et al., 2019; Niether et al., 2020 ; Purnomo et al., 2021), incluido el secuestro de carbono; d) incluir la dimensión social y política de la sostenibilidad en los análisis como requisito previo para conocer las barreras culturales e institucionales al cambio (Calle et al., 2013; Roset y Altieri, 2017; Sullivan-Wiley y Teller, 2020; Copena et al., 2022 ) así como la perspectiva de género (De Marco et al., 2016; Reigada et al., 2021) y e) Investigar y explicar las aparentes discrepancias entre los datos estadísticos oficiales y los obtenidos en este y otros estudios sobre el cacao amazónico (Torres et al., 2022). Todas estas y otras limitaciones se plantean como futuras líneas de investigación.

### **3.5. Conclusiones**

Esta investigación presenta un análisis del metabolismo energético y económico de la gestión de la producción de cacao de pequeños agricultores en la Amazonía ecuatoriana. Los resultados muestran cómo la producción de cacao en la Amazonía ecuatoriana es altamente eficiente energéticamente y tiene una huella de carbono relativamente baja (y otros impactos ambientales) en comparación con otros sistemas de manejo de cultivos. Sin embargo, los bajos rendimientos conducen a una baja rentabilidad, que es uno de los principales puntos críticos de la región. Además, en este trabajo se han identificado tres estilos diferentes de manejo de cultivos. Los resultados muestran cómo algunos agricultores intensifican convencionalmente su producción aumentando así su margen neto y, al mismo tiempo, su dependencia de insumos externos y el impacto ambiental. Por otro lado, existe un pequeño grupo de pequeños agricultores que manejan sus SAF en base a buenas prácticas orgánicas/agroecológicas. Estas fincas, que tal vez podrían ser "faros agroecológicos" en la Amazonía, combinan ingresos con una menor presión ambiental. En consonancia con los objetivos constitucionales de soberanía alimentaria y buen vivir del Ecuador, se deben implementar políticas públicas

que contribuyan a la ampliación y mejora de las buenas prácticas agroecológicas para incrementar los ingresos de los pequeños agricultores garantizando la sostenibilidad ambiental y económica del

## CAPÍTULO IV: RESULTADO 2 (Objetivo específico 2)



ODS 6: Agua limpia y saneamiento;  
ODS 12: Producción y consumo responsables;  
ODS 13: Acción por el clima;  
ODS 14: Vida submarina;  
ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres.  
(ONU, 2023)

### **Evaluación del impacto ambiental y desempeño económico de sistemas agroforestales de cacao, en la región amazónica ecuatoriana: un enfoque de ACV.**

#### *Resumen*

Ecuador es el tercer exportador de cacao del mundo. Hasta el 10% de la producción de cacao de Ecuador se cultiva en la región Amazonica, principalmente bajo sistemas agroforestales convencionales (SAFc) y orgánicos (SAFo). A pesar de la importancia del cacao en esta zona aún no se han realizado estudios previos sobre su impacto ambiental y viabilidad económica. El principal objetivo de esta investigación es llenar este vacío y, más específicamente, realizar un análisis comparativo entre SAFc y SAFo. Para ello se recopiló información primaria de 90 fincas (44 convencionales y 46 orgánicas) que implementan prácticas de gestión de la tierra. Se evaluó el desempeño ambiental de la producción de cacao utilizando una metodología de análisis del ciclo de vida (ACV), con un enfoque de la cuna a la puerta de la granja. Se estimaron hasta doce categorías de impacto y cinco indicadores de eficiencia ambiental y monetaria a partir de tres unidades funcionales (1 kg de cacao, 1 kg de producción vendida y 1 ha). Adicionalmente se realizó un análisis de viabilidad económica enfocado en la rentabilidad. Los resultados muestran que la gestión orgánica permite reducir el impacto ambiental en todas las categorías analizadas, excepto para la huella terrestre y mejoró la eficiencia ambiental y económica de los sistemas agroforestales. El análisis económico no muestra diferencias estadísticamente significativas entre la rentabilidad de SAFc y SAFo (margen neto), que puede mejorarse vendiendo coproductos. A pesar del bajo impacto ambiental de ambos tipos de sistema, la rentabilidad económica es sin duda una de las debilidades de la

producción de cacao en la región amazónica ecuatoriana. Este estudio contribuye a desarrollar acciones técnicas, productivas y políticas que podrían mejorar la situación económica de la producción de cacao sin poner en riesgo el beneficio ambiental obtenido por estos sistemas.

**Palabras clave:** ACV; TRE; Ganancia; Sostenibilidad; Gestión; Agroecología

#### **4.1. Introducción**

El cacao es un bien globalizado con una demanda creciente en los últimos años. Ecuador es el tercer país exportador de cacao del mundo (7,9 % del grano de cacao) (Faostat, 2022). Esta actividad representa aproximadamente el 15 % de la economía campesina del país (Anecacao, 2022). La región amazónica del Ecuador, que comprende las provincias de Sucumbíos, Orellana, Napo, Pastaza, Morona Santiago y Zamora Chinchipe, produce el 10 % del cacao cultivado en el país. Esto representa >315.000 toneladas de granos de cacao, lo que significa alrededor de \$ 810 millones (SIPA, 2022). La producción de cacao del Ecuador en la región amazónica está concentrada en pequeños y medianos agricultores (dueños <5 ha). La mayoría de los agricultores cultivan bajo un sistema agroforestal tradicional conocido como “chakra”, a diferencia de otras regiones donde el manejo predominante es el sistema de monocultivo y la variedad de cacao cultivada es la que es conocida como “Colección Castro Naranjal” (CCN51). La chakra es un sistema diversificado donde la familia propietaria produce una gran variedad de alimentos, incluyendo cacao (principalmente variedad autóctona fino y de aroma) y otros productos (madera, fibra, etc.) para autoconsumo y venta local (Vera et al., 2019; Heredia et al., 2021). Este sistema agroforestal también proporciona una gran cantidad de los beneficios de los ecosistemas (mantenimiento del clima, sumideros de carbono, ciclos de nutrientes, reservorios de biodiversidad, etc.), que son clave para la sostenibilidad ambiental (Jadan et al., 2012; Vera et al., 2019; Niether et al., 2020; Lori et al., 2022). Este aspecto es importante para la región amazónica, que es una de los más importantes puntos calientes de biodiversidad del mundo, que actualmente sufren una presión creciente sobre los recursos naturales debido a la expansión de la frontera agrícola, la expansión de monocultivo y el uso excesivo de fertilizantes y pesticidas químicos sintéticos (Foley et al., 2011; Vasco et al., 2021).

Desde una perspectiva productiva, el cacao cultivado en sistemas agroforestales como convencional (SAFc) u orgánico (SAFo), requiere un manejo de baja intensidad en términos de insumos externos (fertilizantes, energía, etc.). Predomina el trabajo familiar y los rendimientos tienden a ser bajos o muy bajos, lo que también provoca pocos beneficios y baja rentabilidad económica (Subía et al., 2014; Paredes et al., 2019; Huera-Lucero et al., 2020). Estudios previos sobre la producción de cacao en la región amazónica del Ecuador se han centrado en temas como la generación y transferencia de tecnología agroforestal (Virginio et al., 2014), conservación, uso de la agrobiodiversidad y mejora genética (INIAP, 2021), y manejo integrado de plagas (Nieto y Caicedo, 2012; Suh y Melúa, 2022). A pesar de la importancia de este cultivo, no existen estudios sobre su impacto ambiental y viabilidad económica para visualizar las diferencias entre el manejo de sistema agroforestal (convencionales versus orgánicos). Para llenar este vacío, este estudio utilizó la metodología de análisis del ciclo de vida (ACV), que es una herramienta metodológica internacional que permite evaluar el impacto ambiental de un bien o servicio según las diferentes categorías de impacto (uso de energía, potencial de calentamiento global, eutrofización, etc.) y unidades funcionales (ISO, 2006). ACV hace posible generar información científica y rigurosa que permita la identificación de los principales puntos críticos de uno o varios procesos y/o desarrollar modelos (Nabavi-Pelesaraei et al., 2017; Ghasemi-Mobtaker et al., 2022) para orientar la producción y la toma de decisiones políticas (Notarnicola et al., 2017; Sonnemann et al., 2018; Nabavi-Pelesaraei et al., 2022a).

La metodología ACV ha sido ampliamente utilizada para evaluar el clima o el clima exegético e impacto de los alimentos (Clune et al., 2017; Mostashari-Rada et al., 2020; Nabavi-Pelesaraei et al., 2022b), para resaltar los beneficios ambientales de la producción de los productos orgánicos (Smith et al., 2015; Meier et al., 2015) o evaluar el uso de tecnologías, políticas o estrategias de producción (Pérez-Neira et al., 2021). En el caso de los cultivos subtropicales, existen algunos estudios enfocados a analizar la huella de carbono de los bananos exportados (Iriarte et al., 2014; Coltro y Karaski, 2019), o el grado en que el manejo orgánico del café cultivado (Muner et al., 2015; Basavalingaiah et al., 2022) reduce el impacto de la productividad del cultivo en varias categorías. Respecto al cacao, la mayoría de los trabajos se han centrado sobre el análisis del ciclo de vida completo del chocolate utilizando diferentes categorías de impacto (emisiones de GEI, energía, eutrofización, etc.) (Miah et al., 2018; Bianchi et al., 2021; Bookye-Yiadom et

al., 2021). Esos estudios han demostrado que la producción de materias primas, particularmente cacao, y la fabricación del chocolate son las etapas del proceso que tienen mayor impacto (Pérez-Neira, 2016a; Recanati et al., 2018). Examinando las diferencias en la gestión de las granjas de cacao, Steiger (2010) demostró que el chocolate orgánico, en contraste con el chocolate convencional, se puede reducir la huella de carbono; mientras que Pérez-Neira et al. (2020b) destacaron el papel del transporte en el mantenimiento o anulando los beneficios ambientales obtenidos en la fase de producción.

Otros estudios han analizado el impacto ambiental asociado con la fase en finca del proceso de producción (Tabla 4.1). Algunos estudios han destacado las diferencias entre sistemas agroforestales y monocultivos (Utomo et al., 2016; Parra-Paitan y Verburg, 2022), mientras que otros han contribuido al debate examinando las diferencias entre los cultivos orgánicos y manejo convencional (Akrofi-Atitianti et al., 2018; Pérez-Neira et al., 2020a; Armengot et al., 2021). En términos generales, los sistemas agroforestales (particularmente, los orgánicos) obtienen mejores resultados ambientales que los monocultivos convencionales, principalmente debido a que estos últimos utilizan insumos sintéticos como fertilizantes y pesticidas químicos (Pérez-Neira et al., 2020a; Armengot et al., 2021). En el caso de Ecuador, Pérez-Neira (2016b) evaluó la eficiencia energética de la producción de cacao bajo sistemas agroforestal convencional y orgánico en la zona costera de la Provincia de Guayas. Los sistemas orgánicos son más eficientes en el uso de energías no renovables pero la significación estadística de esta diferencia es limitada. Aunque la mayoría de estos estudios no evalúan la viabilidad económica de las granjas de cacao, los resultados de las compensaciones entre aspectos económicos y ambientales no pueden ignorarse cuando se toman decisiones relativas a la sostenibilidad (Pérez-Neira, 2016b; Akrofi-Atitianti et al., 2018).

En consecuencia, la rentabilidad económica es un importante factor de cambio y uno de los fuertes de sistemas convencionales en el corto plazo, particularmente de monocultivos (Seufert et al., 2012; Armengot et al., 2016). Sin embargo, orgánico y/o la agricultura agroecológica tiene un gran potencial económico que necesita desarrollarse (van der Ploeg et al., 2019). Como se ve en la Tabla 4.1, la literatura aún no ha profundizado en el análisis de sistemas de gestión agronómica, particularmente en su viabilidad económica. Además, hasta donde sabemos, no se han realizado la publicación de estudios previos sobre el comportamiento ambiental y económico de la producción de

cacao en la región amazónica ecuatoriana. En consecuencia, el objetivo principal de este trabajo fue doble: 1) evaluar el impacto ambiental (utilizando la metodología ACV y varios indicadores de impacto ambiental y eficiencia económica a nivel de explotación); y 2) evaluar la viabilidad económica del manejo productivo de sistemas agroforestales de cacao en la Región Amazónica del Ecuador (calculando la rentabilidad del cultivo en función de la venta del cacao y otros coproductos). Dos tipos de manejo de sistemas agroforestales: se compararon los convencionales versus los orgánicos. Para ello, se recopiló información primaria en 90 fincas productoras de cacao distribuidas en seis comunidades de asociaciones que operan en tres provincias amazónicas (ver sección metodología). Esta investigación analiza los principales puntos críticos del cultivo y proporciona ciertas recomendaciones técnicas, de producción y de políticas destinado a mejorar la sostenibilidad en el contexto antes mencionado.

**Tabla 4.1.** Principales trabajos que analizan el impacto ambiental y económico del cacao/chocolate en base a la metodología del ACV.

Ámbito de Evaluación	País (cacao) o País (chocolate)	Límites	Evaluación		Organicos	Referencia
			Principales impactos ambientales	Economicos		
<b>Cadena de suministro</b>						
Producción y procesamiento de cacao	Ghana	De la cuna a la tumba	AC, AA, PEU, PETAD, PCG, TH, AO, PCOF, PET.	No	No	Ntiamoah and Afrane (2008)
Producción de chocolate orgánico y convencional	Ghana to Suiza	De la cuna al comercio minorista	PCG.	No	Si	Steiger (2010)
Chocolate envasado en papel de aluminio y envuelto con papel	Alemania to Europa	De la cuna a la tumba	PCG	No	No	Jungbluth and König (2014)
Elaboración del chocolate	Diferentes países to Italia	De la cuna para procesar	DEA, PCG, AO, ET, ETA.	No	No	Vesce et al. (2016)
Impacto ambiental del chocolate negro	Ecuador hacia diferentes países	De la cuna al comercio minorista	DEA, PCG.	No	No	Perez-Neira (2016a)
Producción y procesado del cacao	Philipinas	De la cuna para procesar	AC, PCG, TH, ET	No	No	Leyte et al. (2017)
Chocolate negro en Italia	Perú to Italia	De la cuna a la tumba	AC, AA, DEA, EU, PCG, AO, OF.	No	No	Recanati et al. (2018)
confectionery products	Philipinas to UK	De la cuna a la tumba	AA, OTA, PCG, ET, OSU, HH	No	No	Miah et al. (2018)
Producción y consumo de productos de chocolate	In to Reino Unido	De la cuna a la tumba	OTA, EUAD, ETAD, DEA, PCG, TH, EM, AM, ETM, TNT, AO, FOF, AT, ET, OSU.	No	No	Konstantas et al. (2018)
Cuando el transporte anula las ventajas ecológicas de la producción	Ecuador hacia diferentes países	De la cuna al comercio minorista	AC, AA, DEA, EU, ETAD, PCG, TH, AO, OF, ET.	No	Si	Pérez-Neira et al. (2020b)
Diferentes chocolates	Ghana to diferentes países	De la cuna al comercio minorista	AC, AA, DEA, EU, ETAD, PCG, TH, EM, AO, OF, ET.	No	No	Boakye-Yiadom et al. (2021)

Diferentes chocolates chocolates	Ecuador, Ghana, Indonesia to Italia	Cuna a la tumba	AC, AA, DEA, EU, PCG.	No	No	Bianchi et al. (2021)
<b>On Farm</b>						
Huella de carbono de sistema agroforestales convencionales	Colombia	Desde la cuna hasta la puerta de la granja	PCG.	No	No	Ortiz et al. (2016)
Sistemas agroforestales y monocultivo	Indonesia	Desde la cuna hasta la puerta de la granja	AC, EU, PCG.	No	No	Utomo et al. (2016)
Diferentes manejos productivos	Ecuador	Desde la cuna hasta la puerta de la granja	DEA, TRE.	Si	Si	Perez-Neira (2016b)
Agricultura climáticamente inteligente	Ghana	Desde la cuna hasta la puerta de la granja	PCG.	Si	Si	Akrofi-Atitianti et al. (2018)
Diferentes manejos productivos	Bolivia	Desde la cuna hasta la puerta de la granja	DEA.	No	Si	Pérez-Neira et al. (2020a)
Food-Energy-Water nexus en función de diferentes manejos	Bolivia	Desde la cuna hasta la puerta de la granja	AC, AA, DEA, EU, EUAD, PCG, TH, HT, AO, OF, ET, HH	No	No	Armengot et al. (2021)
Sistemas agroforestales vs monocultivo a nivel finca	Ghana	Desde la cuna hasta la puerta de la granja	AC, AVAD, EUAD, PCG, TH, RPC	No	No	Parra-Patain and Verburg (2022)
Evaluación ambiental de la cadena de valor del cacao ecuatoriano con ACV basado en estadísticas	Ecuador	Desde a la cuna hasta la tumba	PCG, UA, US, URF, ETAD,		no	Avadí, A (2022)
Diferentes sistemas agroforestales	Amazonía Ecuatoriana	Desde la cuna hasta la puerta de la granja	AC, AA, DEA, EUAD, PCG, TH, HT, AO; OF, ET, HH.	Si	Si	Este estudio

AC = Acidificación; AA = agotamiento abiótico; OTA= Ocupación de tierras agrícolas; DEA = Demanda acumulada de energía; AVAD = Años de vida ajustados por discapacidad; EU = Eutrofización; PEU = Potencial de Eutrofización; TRE= Retorno de la inversión energética; PETAD = Potencial de ecotoxicidad acuática en agua dulce; EUAD = Eutrofización de agua dulce; ETAD= Ecotoxicidad en agua dulce; PCG= Potencial de calentamiento global; TH = Toxicidad humana; HT = Huella terrestre; RPC = Relacionado con la producción de cacao; AM = Agotamiento de minerales; ETM = Ecotoxicidad marina; TNT = Transformación natural del suelo; AO = Agotamiento de la capa de ozono; FPED = Fracción potencial de especies desaparecidas; OF = Oxidación fotoquímica; FOF = Formación de oxidantes fotoquímicos; PCOF = Potencial de Creación de Ozono Fotoquímico; AT = Acidificación terrestre; ET=Ecotoxicidad terrestre; PET = Potencial de Ecotoxicidad Terrestre; EM= Eutrofización marina; ET= Ecotoxicidad terrestre; OSU = Ocupación de suelo urbano; ETA = Ecotoxicidad del agua; HH = Huella hídrica.

## 4.2. Materiales y Métodos

### 4.2.1. Estudio de caso: selección de muestras, límites, unidad funcional e inventario.

El análisis ambiental y económico se realizó a partir de datos empíricos provenientes de 90 fincas productoras de cacao, de las cuales 44 fueron sistemas agroforestales convencionales y 46 orgánicos (el 50% en proceso de obtener el sello orgánico emitido por empresas acreditadas). La muestra fue diseñada bajo criterios técnico-productivos, es decir, se seleccionaron agricultores que, bajo criterio de experto, realizan un manejo medio o bueno de los sistemas agroforestales (podan, controlan plagas, abona, etc.) y obtienen un rendimiento mínimo en su producción ( $\geq 200 \text{ kg. ha}^{-1}$ ). Las fincas fueron seleccionadas con ayuda de los técnicos de campo de la Estación Experimental Central de la Amazonía del INIAP, técnicos extensionistas del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Ecuador y de las asociaciones de productores de cacao de

la zona. Se excluyeron, por tanto, las fincas que manejan de forma deficiente el cultivo o siguen una estrategia de recolección, ambas situaciones muy comunes en la zona de estudio. Es decir, esta selección nos permite visibilizar y comparar el impacto ambiental y económico de sistemas productivos que realizan un mínimo de manejo. Los datos cuantitativos fueron recogidos mediante cuestionarios “cara a cara” durante el periodo comprendido entre marzo de 2020 y marzo de 2021. La información obtenida fue contrastada con la información disponible en las cooperativas y/o en otras fuentes primarias (técnicos, informes del INIAP, etc.).

Los límites del sistema se definieron desde la cuna a la puerta de la granja. Para realizar el análisis ambiental y económico se utilizaron tres unidades funcionales a) 1 kg de cacao; b) 1 kg de producción vendida donde, además del cacao, se incluyen otros coproductos (yuca, plátano, etc.) y c) 1 ha (esta unidad se utiliza, principalmente, para el análisis económico). A partir de la información recogida en las encuestas se realizó un inventario con la información física y económica en relación a los principales insumos utilizados, así como de los rendimientos de cacao y otras producciones. Los insumos se agruparon en 5 grandes grupos: i) Fertilización: cantidad de fertilizantes usados, orgánicos (estiércol, compost, etc.) y/o inorgánicos (fertilizantes 10-30-10, muriato de K, etc.); ii) Protección de cultivos: cantidad de herbicidas, plaguicidas y fungicidas (Glifosato, Hidróxido de Cu, etc.); iii) Derivados del petróleo: cantidad de combustible y aceite utilizado, principalmente para el uso de desbrozadoras o, en casos muy excepcionales, bombas de motor o gas para el secado del cacao; vi) Herramientas y maquinaria: inventario de las herramientas y maquinaria utilizada para el manejo del cacao (desbrozadoras, material de poda, pulverizadores, guantes, etc.). Se estimó la vida útil de cada herramienta y se amortizó durante su tiempo de uso de acuerdo a Armengot et al. (2021); v) Trabajo humano: se contabilizó el tiempo de trabajo dedicado en cada explotación, particularmente se preguntó, para el análisis económico, por el trabajo remunerado.

#### *4.2.2. Análisis del impacto ambiental y económico de la producción de cacao.*

##### *4.2.2.1. Dimensión ambiental.*

A partir de la información primaria y siguiendo las recomendaciones metodológicas de ISO (2006) y Guinee et al. (2002) del ACV se estimaron 12 categorías de impacto: huella de la tierra (HT); demanda de energía acumulada no renovable (DEA NR);

potencial calentamiento global (PCG 100y); huella hídrica (HH); agotamiento abiótico(AA); agotamiento de la capa de ozono (AO); toxicidad humana (TH); ecotoxicidad terrestre (ET); oxidación fotoquímica (OF); acidificación (AC); eutrofización (EU) y ecotoxicidad de agua dulce (EAD). A excepción de la HT que se estimó a partir de la Eq. S1 el resto de impactos se estimaron a partir de la Eq. S2 (ambas recogidas en los materiales suplementarios). Los impactos se calcularon a partir de la metodología CML-IA baseline LCIA utilizando la base de datos Ecoinvent 3.5 and agribalyse 3.0 y el software SimaPro version 9.1.08. En el caso particular de la HH la metodología utilizada fue el AWARE 1.04. Los sistemas agroforestales analizados son de secano, por eso no incluye esta partida en el análisis de la HH.

#### *4.2.2.2. Dimensión económica.*

Para la dimensión económica se realizó un análisis costo-beneficio: por un lado, se estimaron los ingresos derivados del cacao y la venta de otros co-productos (yuca, plátano, etc.) y, por otro, los costes totales (CT) de cada una de las fincas como suma de los costes de cada uno de los insumos utilizados. Particularmente se utilizó el indicador del margen neto (diferencia entre ingresos y costes totales) como aproximación a la rentabilidad del cultivo.

#### *4.2.3. Indicadores de eficiencia ambiental y económica*

Adicionalmente, se estimaron cinco indicadores de eficiencia ambiental y económica: el retorno de la inversión en energía no renovable (TRE NR) (Eq. S3) y el retorno de energía de la inversión en agua (TRE IA) (Eq. S4) que miden la eficiencia en el uso de la energía no renovable (DEA NR) y agua (HH) para producir una unidad de producción energético (Armengot et al., 2021). En términos económicos, el retorno económico de la inversión (TREco I) permite aproximarse a la eficiencia a la hora de generar ingresos en relación a los gastos (Eq. S5 ver Anexo 2). Por otro lado, la intensidad energética (IE) mide la producción de comida (kg) y valor añadido (\$) generado en función del uso de energía no renovable (DEA NR) (Eq S6 ver Anexo 2), mientras que la intensidad de emisiones de GEI (GEI I) permite visualizar las emisiones de GEI por unidad de valor añadido generado (Eq. S7 ver Anexo 2).

#### *4.2.4. Análisis estadístico: contraste entre manejo convencional y orgánico*

Para el estudio de la normalidad de todas las variables se ha utilizado el test de Shapiro y Wilk (1965), como consecuencia de su elevada asimetría a la derecha y la presencia de outliers (Figure S1) ninguna de las variables analizadas es normal, por lo que, para comparar sus distribuciones, se usó el test no paramétrico de Mann y Whitney (1947) para dos muestras independientes: convencional y orgánico. Además, las estimaciones de la diferencia de los parámetros de ubicación entre granjas convencionales y orgánicas y sus correspondientes intervalos de confianza no paramétricos del 95%. (Hollander y Wolfe, 1973) han sido computados. Todos los análisis se realizaron utilizando R Statistical Software (v4.1.2; R Core Team, 2021) y el paquete tidyverse (v1.3.0; Wickham et al. 2019).

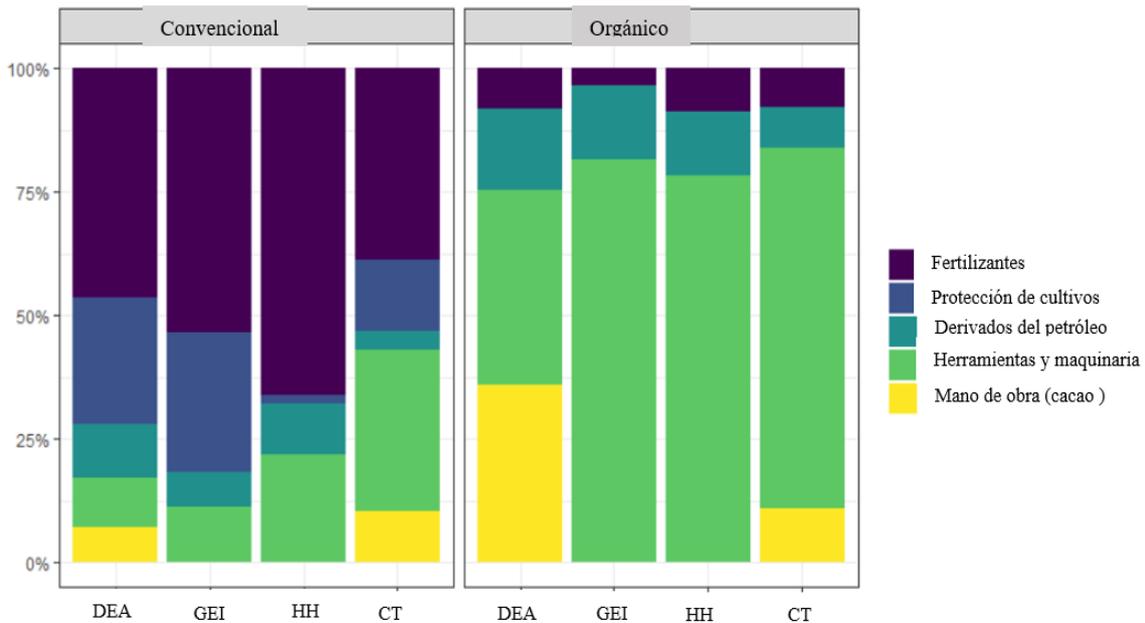
### **4.3. Resultados**

#### *4.3.1. Producción de alimentos, energía, GEI, HH y eficiencia económica en la producción de cacao orgánico y convencional*

Como se puede observar en la Tabla 4.2. la HT de los sistemas SAFo es mayor que la de los SAFc necesitando, de media, 2,78 ha frente a 2,22 ha para producir una tonelada de cacao. Los sistemas SAFc demandaron y emitieron, aproximadamente, 9 veces más energía (DEA) y GEI emisiones (PCG) por kg de cacao que los SAFo. La HH asociada a los insumos utilizados en los manejos convencionales también fue mayor: 0,305 frente 0,009 m<sup>3</sup>/kg. En términos económicos, los precios percibidos por el cacao orgánico (+11.4%) no permitieron compensar sus bajos rendimientos, siendo los ingresos orgánicos un 10% menores. De esta forma, a pesar de que los CT de las fincas convencionales son mayores, su margen neto también lo fue (665 vs 607 \$. ha<sup>-1</sup>), (sin significatividad estadística). La fertilización y la protección de cultivos son los inputs con mayor peso (%) en los SAFc, particularmente en las categorías de GEI and DEA (Fig. 4.1.). En términos monetarios también destaca la compra de herramientas y la maquinaria, siendo el coste del trabajo relativamente pequeño al ser este, mayoritariamente de origen familiar (no remunerado). En el caso de los SAFo el uso y compra de herramientas y maquinaria constituye la partida de input (%) más importante en todas las categorías analizadas.

**Tabla 4.2.** Producción de alimentos, energía, PCA, HH y eficiencia económica en la producción y venta de sistemas agroforestales de cacao (convencional vs. orgánico): a) cacao y b) producción vendida (cacao + otros productos). La tabla también muestra medias recortadas al 95% para todas las variables en ambas muestras (SAFc y SAFo) para eliminar la influencia de valores atípicos o puntos de datos en las colas que pueden afectar injustamente la media tradicional.

Informe detallado	Unidad	SAFc	SAFo			SAFc vs SAFo		
Cacao		95% medias recortadas		< or >	p-valor	Estimado	95% IC	
<b>La producción de alimentos</b>								
HT	ha. t <sup>-1</sup>	2.22	2.78	<	0.00	0.01	38.9	6.2
<b>Energía y emisiones de GEI</b>								
DEA NR	NR MJ. kg <sup>-1</sup>	3.27	0.36	>	0.00	2.60	1.80	3.4
PCG	kg CO <sub>2</sub> eq.kg <sup>-1</sup>	0.300	0.034	>	0.00	0.25	0.18	0.3
<b>Agua</b>								
HH	m <sup>3</sup> .kg <sup>-1</sup>	0.305	0.009	>	0.00	0.28	0.20	0.37
<b>Eficiencia Económica</b>								
Ingreso	\$. ha <sup>-1</sup>	825.0	735.0	>	0.03	132.86	4.70	258.0
CT	\$. ha <sup>-1</sup>	173.9	89.8	>	0.00	86.79	49.0	118.5
MN	\$. ha <sup>-1</sup>	665.6	607.7	>	0.34	62.45	-72.7	198.3
<b>Indicadores de eficiencia</b>								
TRE NR	-	5.95	53.50	<	0.00	-45.47	-60.6	-30.3
TRE IA	MJ cacao. (m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	63.83	2069.5	<	0.00	-1557.3	-2120	-1177
TREco I	-	5.69	7.51	<	0.01	-2.96	-8.45	-0.57
IE	kg. NR MJ <sup>-1</sup>	0.31	2.75	<	0.00	-2.34	-3.12	-1.56
	\$. NR MJ <sup>-1</sup>	0.48	3.93	<	0.00	-3.34	-4.84	-1.66
GEI I	kg CO <sub>2</sub> eq. \$ <sup>-1</sup>	0.170	0.023	>	0.00	0.15	0.11	0.21
<b>B. Producción vendida (cacao + otros cultivos)</b>								
<b>Eficiencia económica</b>								
Ingresos	\$. ha <sup>-1</sup>	867.5	744.4	>	0.00	184.90	51.9	327.5
MN	\$. ha <sup>-1</sup>	721.00	639.37	>	0.11	103.20	-27.59	252.3
<b>FEWn, GEI and eficiencia económica</b>								
TRE NR	-	6.17	53.67	<	0.00	-45.71	-74.7	-32.97
TRE IA (i)	MJ. (m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	74,71	2085,66	<	0.00	-1576.9	-2139	-1213
TREco I	-	6.19	7.61	<	0.02	-2.82	-8.16	-0.46
Intensidad Energética	kg. NR MJ <sup>-1</sup>	0.51	3.21	<	0.00	-2.54	-4.06	-1.73
	\$. NR MJ <sup>-1</sup>	0.50	4.00	<	0.00	-3.50	-5.80	-1.97
Intensidad de Carbono	kg CO <sub>2</sub> eq. \$ <sup>-1</sup>	0.168	0.022	>	0.00	0.14	0.09	0.18



**Figura 4.1.** Estructura de impactos ambientales (DEA, GEI y HH) y costos económicos (CT) por gestión de producción en % (SAFc vs SAFo)

Al analizar la eficiencia de los sistemas en términos de uso de energía, emisiones y valor añadido, los sistemas SAFo obtienen mejores resultados en todos los indicadores. Por ejemplo, el TRE NR de los orgánicos se estimó en 53,57 frente a 6,17 de los convencionales. Lo mismo sucede con el TREco I donde los orgánicos muestran mayor eficiencia económica (7,61 frente a 6,19). Así mismo, la producción orgánica tiene una mayor intensidad energética, es decir, es capaz de producir más kg de cacao y valor añadido por unidad de energía utilizada que los sistemas convencionales. Estos resultados varían ligeramente si, además del cacao, contabilizamos la producción vendida (cacao + otros productos). En este sentido, los datos señalan como las fincas convencionales venden más productos asociados lo que les permite mejorar su margen neto por ha en un 8% frente al 5% de las fincas orgánicas. A pesar de esta diferencia, los sistemas SAFo siguen obteniendo mejores resultados en relación a la eficiencia y uso de energía, emisiones y agua (Tabla S1 ver Anexo 2). Teniendo en cuenta, además, que en ninguno de los cálculos económicos se ha contabilizado el valor monetario de todos los alimentos y otros productos dedicados al autoabastecimiento, que es mayor en los sistemas agroforestales orgánicos.

#### 4.3.2. Categorías adicionales de impacto ambiental: enfoque ACV.

Al analizar el resto de categorías de impacto asociado a la metodología del ACV, los resultados muestran cómo, independientemente de la unidad funcional escogida (kg de cacao o kg vendido) (Tabla 4.3. y Tabla S2 ver Anexo 2) los sistemas SAFc incurren en mayores impactos ambientales que los orgánicos. Por ejemplo, por kg de cacao la acidificación en los sistemas SAFc fue 15 veces mayor que los SAfo, mientras que la EAD 6, o la EU 12. Las diferencias entre sistemas vienen marcadas, mayoritariamente, por el uso de fertilizantes químicos y productos para la protección de cultivo (herbicidas, plaguicidas, etc.) por parte de las fincas convencionales (Figure S2 ver Anexo 2).

**Table 4.3.** Categorías de impacto del ACV por kilogramo de cacao en sistemas agroforestales (SAFc vs SAfo). La tabla también muestra una estimación de la diferencia de los parámetros de ubicación entre granjas convencionales y orgánicas y los correspondientes intervalos de confianza no paramétricos del 95% (IC del 95%).

Particulares	Unidades por-kg cacao	SAFc	SAfo	< o >	p-valor	SAFc vs SAfo		
		95% medias recortadas				Estimado	95% IC	
AA	kg Sb eq	1.43E-05	9.65E-07	>	0.00	1.30E-05	9.31E-06	1.53E-05
AO	kg CFC-11 eq	3.13E-08	5.06E-09	>	0.00	2.22E-08	1.76E-08	2.98E-08
TH	kg 1.4-DB eq	1.04E-01	3.46E-02	>	0.00	5.74E-02	3.71E-02	7.85E-02
ET	kg 1.4-DB eq	8.47E-03	1.18E-04	>	0.00	7.88E-03	3.84E-03	1.06E-02
OF	kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq	1.05E-04	1.26E-05	>	0.00	5.21E-05	4.66E-05	1.44E-04
AC	kg SO <sub>2</sub> eq	1.82E-03	1.70E-04	>	0.00	1.54E-03	1.10E-03	1.89E-03
EU	kg PO <sub>4</sub> eq	9.59E-04	7.69E-05	>	0.00	8.63E-04	4.56E-04	1.03E-03
EAD	kg 1.4-DB eq	9.57E-02	1.50E-02	>	0.00	7.11E-02	4.03E-02	8.80E-02

## 4.4. Discusión

### 4.4.1. Comportamiento ambiental y económico de la producción de cacao en la Amazonía Ecuatoriana.

Los rendimientos de las fincas analizadas, tanto SAfo como SAFc son superiores a la media registrada en la Amazonía (250 – 400 kg. ha<sup>-1</sup>) (ESPAC, 2022) pero, aun así, inferiores a la ecuatoriana (621 kg. ha<sup>-1</sup>) (Faostat, 2022). Armengot et al. (2016) reporta, al igual que este estudio, mayores producciones para los sistemas SAFc, mientras que Pérez-Neira (2016b) o Akrofi-Atitianti et al., (2018) lo hacen para los SAfo y lo relacionan con buenas prácticas agroecológicas. En términos ambientales, es ampliamente reconocido que la agricultura orgánica permite disminuir la dependencia del

petróleo, mejora la eficiencia y reduce una parte importante de los impactos por unidad de superficie, siendo estos resultados menos concluyentes por kg de producto debido a la diferencia entre los rendimientos (Seufert et al., 2012; Meier et al., 2015; Smith et al., 2015). Sin embargo, en el caso amazónico, la brecha de rendimientos a favor de los SAFc no permite compensar el impacto ambiental derivado del uso fertilizantes químicos de síntesis y pesticidas. Armengot et al. (2021) o Pérez-Neira et al. (2020b) también obtienen resultados en esta misma dirección, aunque, estos últimos no encuentran diferencias significativas para el PCG, DEA, AO y AC para el cacao ecuatoriano. Los datos muestran como los sistemas agroforestales amazónicos tienen impactos inferiores a los obtenidos en otros estudios (Recanati, 2018; Pérez-Neira et al., 2020b) poniendo de manifiesto la baja intensidad en el uso de insumos externos de estos sistemas (incluso los convencionales). En relación a otros cultivos subtropicales, Roibás et al. (2016) o Muner et al. (2015), por ejemplo, también señalan la importancia de implementar prácticas orgánicas para reducir las emisiones de GEI y mejorar la de la eficiencia energética en el plátano o el café respectivamente.

Como se señalaba anteriormente, la mayoría de los estudios previos de cacao se han centrado en analizar el ACV del chocolate (Pérez-Neira 2016a; Recanati et al., 2018; Miah et al., 2018; Bianchi et al., 2021; Boakye-Yiadom et al., 2021; Parra-Patain y Verburg, 2022) y/o a comparar manejos (Pérez-Neira 2016b; Utomo et al., 2016; Bianchi et al., 2021) siendo la viabilidad económica del cultivo un aspecto mucho menos abordado (Tabla 2.1). De esta forma, nuestros datos muestran como el cacao convencional en la Amazonía obtiene mayores ingresos y es más rentable que el orgánico. En ambos sistemas, el trabajo en la chakra es asumido en su mayoría por el núcleo familiar y, en contadas ocasiones, se recurre a la contratación de mano de obra externa. Así, las familias agricultoras trabajan en la conservación de chakras agrobiodiversas integradas donde, además de cacao y otros cultivos de seguridad alimentaria, existen especies forestales, árboles frutales, plantas funcionales y medicinales además de ofrecer otras funciones ecosistémicas (biodiversidad, secuestro carbono, etc.) (Vera et al., 2019 ; Vera et al., 2020 ; Paredes, et al., 2019 ; Niether et al., 2020). A pesar de ello, los precios percibidos por los agricultores orgánicos no son lo suficientemente altos para compensar la brecha en los rendimientos. La baja rentabilidad económica general del cultivo (tanto por los costes de producción como por los bajos precios de mercado) puede suponer un fuerte incentivo a abandonar manejos más sostenibles en favor de aquellos otros más rentables,

particularmente el monocultivo (Subía, et al., 2014; Huera-Lucero et al., 2020; Heredia, et al., 2021; Vasco et al., 2021). La presión que sufren las familias productoras en el manejo biodiverso de la Chakra por el avance del monocultivo supone, por tanto, una seria amenaza a la protección y conservación del territorio, a la seguridad alimentaria, a la biodiversidad e implica el aumento de otros impactos ambientales que no pueden ser obviados por las autoridades públicas (LOASFAS, 2017).

#### *4.4.2. Puntos críticos y propuestas de mejora en la producción orgánica*

Una vez que hemos comprobado los mejores resultados ambientales de los sistemas agroforestales de cacao, especialmente de los orgánicos, cabe destacar que, sin duda, el principal punto crítico detectado en los sistemas agroforestales amazónicos, en particular en el orgánico, es su baja rentabilidad como consecuencia de productividades mucho menores que en sistemas de monocultivo y por la falta de mejores precios. Estudios previos muestran como la mejora del manejo orgánico puede repercutir en incrementos de la productividad y, por tanto, mejorar su desempeño económico (Akrofi-Atitianti et al., 2018). Sin ir más lejos, en la costa ecuatoriana, Pérez-Neira (2016b) estima una rentabilidad tres veces superior de los sistemas SAFo sobre los SAFc (\$1500 frente a \$500), pero a su vez inferior a la obtenida por los monocultivos (2300 \$. ha<sup>-1</sup>). Si comparamos resultados, la rentabilidad de los monocultivos convencionales en la costa multiplica por más de tres la obtenida en los sistemas agroforestales en la Amazonía (aun siendo estos sistemas con manejos productivos medios o buenos en relación a la realidad de la zona de estudio). Por otro lado, cabría señalar que la intensificación de la producción orgánica en la costa, principalmente vía riego, también tiene su contrapartida ambiental: la eficiencia energética disminuye debido al mayor uso de combustibles fósiles para bombear agua (ib). Más allá de la productividad, puesto que los sistemas agroforestales tienen la capacidad de producir más alimentos por ha que los monocultivos, una buena gestión de los co-productos pueden contribuir a mejorar sustancialmente los ingresos de las fincas y equiparar rentabilidades con los monocultivos (Armengot et al., 2016). En esta dirección, el papel de las cooperativas y políticas públicas es fundamental a la hora de ayudar y orientar a las familias agricultoras, no sólo a llegar a mercados de alto valor, sino también a mejorar el acceso a los mercados locales y desarrollar otras estrategias (procesado, sellos de calidad, diferencial de precios, etc.) (Donovan et al., 2017; Jacobi

et al., 2015; van der Ploeg et al., 2019) que permitan valorar monetariamente la producción agro diversa de la chakra amazónica.

A pesar de que las fincas seleccionadas tienen un manejo medio o bueno en relación a la zona esto no quiere decir que no exista un amplio margen de mejora. Así, los rendimientos de los sistemas AO podrían incrementarse sustancialmente mejorando y/o aplicando un paquete integral de medidas agroecológicas (Huera-Lucero et al. 2020; Suh y Melua, 2022). Algunas de ellas están relacionadas con el manejo integrado de las enfermedades que incluye la gestión orgánica del suelo (por ejemplo, encalando para controlar la acidez), mejorando la fertilización orgánica con bioles, compostajes o cobertura vegetal con leguminosas; implementando las podas de formación y las sanitarias y otras aplicaciones preventivas mediante controladores biológicos y fungicidas a base de cobre (INIAP 2021). El impacto ambiental y económico derivado de la aplicación de estas medidas agroecológicas es un trabajo aún por hacer que permitirá, sin duda, determinar nuevamente sus puntos críticos, fortalezas y alcance de estas medidas. Por último, cabría señalar que otro de los grandes retos a los que se enfrenta la producción de cacao en la Amazonía ecuatoriana es la ruptura de la brecha entre los avances científicos de la investigación agroecológica y la adopción de estas nuevas prácticas en los quehaceres diarios de los agricultores. Reto que lleva implícito una mejora de los servicios de extensión rural y las políticas públicas tal y como se recoge en el LOASFAS (2020) en Ecuador.

#### *4.4.3. Límites del estudio y perspectivas futuras*

El presente artículo tiene algunas limitaciones que nos gustaría señalar, particularmente: a) la muestra seleccionada solamente responde a un perfil de productor de cacao (manejo medio o bueno) por lo que esta debería ser ampliada para recoger y analizar diferentes perfiles productivos; b) Se deberían incluir algunos aspectos no considerados en los análisis como, por ejemplo, las emisiones de GEI asociada a los residuos de la cosecha (ver por ejemplo, Tinoco et al. 20018; INIAP 2021); c) ampliar el análisis al ciclo de vida incluyendo el resto de fases hasta llegar al consumo (Clune et al., 2017; Iriarte et al., 2014) y d) Mejorar los análisis económicos incluyendo, por ejemplo, posibles ingresos derivados de la venta de toda la producción de coproductos, o modelizando escenarios de rentabilidad en un contexto de tensión inflacionaria como el

que estamos viviendo en la actualidad (van der Ploeg et al., 2019). Todas estas y otras limitaciones se plantean como futuras línea de investigación.

#### **4.5. Conclusiones**

Este estudio analizó el desempeño económico y ambiental de la producción de cacao en sistemas agroforestales en la Región amazónica del Ecuador. Los resultados mostraron cómo su rendimiento por hectárea es no elevado, especialmente cuando la producción es ecológica. Sin embargo, los sistemas SAFo tuvieron un menor impacto ambiental en todas las categorías analizadas (a excepción de la huella de suelo), fueron más eficientes en el uso de energía y agua, y aún más eficiente económicamente en términos de retorno económico de la inversión, intensidad energética o intensidad de emisiones de GEI. Además, el análisis muestra que la rentabilidad económica fue el punto más débil en ambos sistemas agroforestales. La rentabilidad económica baja puede provocar el abandono de la gestión sostenible de sistemas agroforestales. En este sentido, es necesario concentrarse en investigación, extensión agrícola y esfuerzos de políticas públicas sobre como apoyar y recompensar el trabajo de las pequeñas y medianas empresas de agricultores (que actualmente están mal remunerados), que luchan por mantener a flote la economía y preservar la riqueza natural de la Región amazónica ecuatoriana.

## CAPÍTULO V: RESULTADO 3 (Objetivo específico 3)



ODS 7: Energía asequible y contaminante;

ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico;

ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructuras;

ODS 10: Reducción de las desigualdades;

ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles.

(ONU, 2023)

### **Potencial agroecológico para la transición de sistemas de producción de cacao en la Amazonía ecuatoriana.**

#### *Resumen*

Esta investigación presenta resultados en torno al potencial agroecológico del territorio del centro norte de la Amazonía ecuatoriana, en las provincias de Napo, Orellana y Sucumbíos, en las que los productores de cacao y sus organizaciones manejan sus agroecosistemas mayoritariamente en forma de sistemas agroforestales (SAF) y/o chackras tradicionales con el cacao como principal cultivo. La investigación parte del marco teórico de la agroecología y los procesos de transición agroecológica, utilizando una metodología de investigación mixta (cuantitativa, cualitativa y participativa) mediante nueve entrevistas a directivos/técnicos, 279 encuestas y la aplicación de la técnica del flujograma en seis talleres participativos, con el propósito de analizar las dimensiones técnico-productiva (TP), socioeconómica (SE) y cultural-organizativa (CO) de la agroecología en seis asociaciones, agrupadas en dos bloques debido a su relativa homogeneidad en cuanto a ubicación, estilo de manejo, etnia, forma de comercialización y visión territorial. Las asociaciones que participaron en el estudio fueron: Kallari, Tsatsayaku, Wiñak (KTW) y Asosumaco, San Carlos y Aprocel (ASA). En términos generales, en TP es posible afirmar que los agricultores de KTW tienen fincas más pequeñas, con un manejo orgánico certificado o un manejo tradicional que sigue un perfil de recolector, mientras que en ASA se concentra en mayor medida las fincas convencionales y el uso de químicos de síntesis. Existen diferencias significativas para todos los indicadores SE analizados entre KTW y ASA menos en relación al acceso a los mercados locales a través de los intermediarios, el precio medio del cacao y los ingresos

no agrarios. En general, se podría decir que en ASA la producción es más intensiva, lo que le permite unos mayores ingresos y, a pesar de los costes, un mejor valor añadido. Por el contrario, las fincas en KTW son más extensivas en mano de obra, principalmente familiar, centrada en producción orgánica (certificada o sin certificar). En relación a la dimensión CO, se destaca, tanto en las encuestas como en las entrevistas, el papel de las organizaciones como espacios de participación comunitaria resaltando la necesidad de fortalecimiento y mejora de los procesos de autogestión, de la misma forma el grupo KTW consideran mejor a la organización, pueden influir en la misma y las mujeres se empoderan de labores comunitarias además que consideran que los sistemas agroforestales y agroecología son una buena alternativa mientras que ASA consideran que pueden mejorar el enfoque de género y hacer un mejor papel conservacionista. Aunque los nudos críticos son comunes, la dirección de las respuestas que dan desde KTW y ASA son divergentes, tendiendo desde KTW a una propuesta agroecológica, de mayor diversificación y capacitación en prácticas agroecológicas y cuidado de las variedades de cacao, mientras que en ASA apuestan por propuestas más orientadas a la mejora de la productividad con menor énfasis en lo orgánico y más orientado a la calidad con vistas al mercado. El territorio ocupado por las familias productoras de cacao que pertenecen a las organizaciones KTW y ASA tiene un alto potencial para ser protagonista de una estrategia agroecológica que permita mejorar las condiciones de vida de las familias y de sus comunidades, protegiendo y mejorando el estado del importante y frágil ecosistema de la Amazonía ecuatoriana.

***Palabras clave:*** Agroforestería, Cacao, Agroecología, Escalamiento

## 5.1. Introducción

La Amazonía ecuatoriana es un ecosistema frágil (Constitución del Ecuador, 2008) cuya aptitud ideal de uso del suelo es el bosque o agricultura sustentable con varios cultivos como el cacao (Nieto y Caicedo, 2012) por lo que existe la necesidad de implementar y fortalecer la transición agroecológica en el manejo de este cultivo para mejorar el nivel de vida, el desarrollo rural y proteger la Amazonía, que incluye un enfoque complejo e integral sobre aspectos técnico-productivos, socioeconómicos y culturales-organizativo, vinculadas a las políticas públicas y al fortalecimiento de las organizaciones de productores y comunitarias de la región (Gallar, 2018; Nieto, 2018; Rivera et al., 2021). La transición agroecológica promueve un paradigma alternativo para la alimentación y la agricultura, que prioriza a las personas, el planeta, a los productores de alimentos y pueblos marginados (FAO, 2019b; Garcés, 2011) en el marco de políticas públicas que permitan conservar la biodiversidad, la fertilidad del suelo, fomentar los circuitos cortos, la rentabilidad, mitigar el cambio climático, para garantizar la seguridad y soberanía alimentaria, la salud y bienestar de la población. (Calle et al., 2013; Sevilla et al., 2010).

La visión innovadora de la transición agroecológica parte de un enfoque sociopolítico que incluye el diseño y la práctica de agroecosistemas sustentables basados en el desarrollo de dimensiones personales (motivación de cambio), micro sociales (manejos sustentables), eco estructurales (circuitos cortos de producción-consumo), meso y macrosociales (cooperación y gestión participativa de políticas públicas) (Calle et al., 2013); teniendo en cuenta la importancia de las economías campesinas como herramienta en el diseño de agroecosistemas y territorios sustentables ( van der Ploeg, 1994; 2010; 2012); que incluye el análisis de conflictos y alternativas sociales por parte de las organizaciones de la sociedad civil, los sujetos políticos colectivos y las políticas públicas (Calle et al., 2013; Sevilla et al., 2010). La agroecología se basa en el análisis e intervención en las dimensiones ecológica técnico-productiva, socioeconómica, político y cultural (Gliessman, 2019; Cuellar y Calle, 2011; Mier, 2018; Ruíz et al., 2011) y en indicadores de transición agroecológica, sostenibilidad y seguridad alimentaria que generen cambios en la formulación de políticas (González de Molina et al., 2021; FAO, 2019a; Vara-Sánchez et al., 2021). Este trabajo aborda el estado de la producción de cacao en la Amazonía ecuatoriana y cuáles son los limitantes, las fortalezas y las propuestas de

acción para implementar procesos de transición agroecológica que mejoren la calidad de vida de las familias productoras de cacao y de sus comunidades y organizaciones, contribuyendo a la gestión sostenible con manejos agroecológicos de sus fincas y de sus territorios. En Ecuador se cultivan 626.962 ha de cacao anualmente con una producción de 302.094 t de cacao seco, en la región Costa, estribaciones de la Sierra y Amazonía ecuatoriana, esta última región representa el 10% de la producción nacional con áreas representativas en las provincias de Sucumbíos (70%), Orellana (16%) y Napo (12%), constituyéndose en una base fundamental de la economía familiar del sector rural (MAG, 2022; ESPAC, 2022; Anecacao, 2022; Faostat, 2022).

En la región amazónica existen sistemas de producción de cacao con distintos estilos de manejo y, por tanto, distintos impactos ecológicos en la finca y el territorio, e impactos en las economías y estilos de vida de las familias productoras y en sus organizaciones (Caicedo et al., 2023; 2022). En este sentido, se encuentran sistemas de producción 1) convencional, mayoritariamente como monocultivo, utilizando tecnologías de la Revolución Verde, paquetes tecnológicos con fertilizantes e insumos agroquímicos que perjudican a la biodiversidad y fertilidad del suelo, 2) orgánico, que usan prácticas locales, insumos orgánicos y tienen certificación de producción orgánica y 3) agroecológico, que usan prácticas locales más tecnologías ecoeficientes, rotaciones, asociaciones, abonos orgánicos y no poseen certificación (Garcés, 2011; Díaz-Montenegro, 2018; Bonaudo, 2014). También se encontraron tres grupos de productores o clústeres, es decir el, 12,9% es un grupo reducido de orgánicos que manejan muy bien y tienen buenos resultados económicos y de productividad; así mismo hay un grupo muy numeroso de productores (67%) que hacen prácticas más o menos agroecológicas, sin uso de químicos, que tienen unas productividades relativamente bajas pero con una eficiencia energética y económica buena, que pueden ser un grupo de fincas/familias para trabajar en profundizar prácticas agroecológicas y, el tercer grupo compuesto por algunas fincas convencionales y orgánicas, con mayores costes y rendimientos de cacao (Caicedo et al. 2023).

Respecto a la dimensión ecológico-productiva, más allá de las fincas del modelo convencional en forma de monocultivos con uso indiscriminado de agroquímicos (Foley, 2011; Nieto y Caicedo, 2012; Vasco et al., 2021), la producción del cacao se basa en distintos diseños de sistemas agroforestales o en el sistema ancestral chakra (Vera et al.,

2019; Bonaudo, 2014; González de Molina, 2011) que combinan cultivos alimenticios y funcionales, como plátano, yuca, medicinales, distintos árboles y también animales menores para mejorar la seguridad alimentaria familiar (Paredes et al., 2019; Virginio, 2014). Sin embargo, en términos generales, en estos manejos agroforestales se constatan ciertos problemas de escasa productividad, de falta de formación y apoyo a los productores en el uso de más y mejores prácticas de manejo sustentable y cierta falta de “profesionalización” en el manejo, lo que incluye la mezcla de clones introducidos con patrones nativos (Castañeda-Ccori et al., 2021).

En la dimensión socioeconómica, la producción de cacao en su mayoría está en manos de productores kichwas y mestizos organizados en asociaciones que acopian, procesan y comercializan cacao nacional y otros tipos de cacao tanto a las asociaciones locales como a minoristas y mayoristas (INIAP, 2020; Nieto y Caicedo, 2012; ESPAC, 2022; Barrera et al., 2019). Sin embargo, los bajos precios controlados por los intermediarios hacen que muchas familias con producciones de cacao pequeñas y medianas no logren ingresos suficientes para salir de la pobreza y/o tengan que emigrar generando abandono del campo por pérdidas de estos ingresos y beneficios insignificantes para la economía local y regional (Kovacic et al., 2017; Pan et al., 2004) que determinan a diferentes tipos de agricultores de cacao entre pequeños, medianos y grandes (Paredes et al., 2019; Caballero-Serrano, 2016). En todo caso, los problemas nacionales -y especialmente rurales- de desempleo, pobreza, migración y desnutrición se encuentran presentes entre los pequeños productores, especialmente en comunidades indígenas y de productores de subsistencia (Nieto y Caicedo, 2012).

En la dimensión cultural-organizativa cabe destacar la importancia del sector asociativo de las familias productoras de cacao y algunas políticas públicas que vienen a apoyar al sector (como por ejemplo el Plan de Mejora Competitiva para Desarrollo Agroindustrial de la Cadena de Cacao-Chocolate , MAG (2018), pero se echan en falta políticas más decididas que apuesten, entre otras cosas, por el apoyo a la producción sostenible del cacao como sistemas agroforestales y orgánicos, la defensa y promoción del modelo de la chackra, políticas de apoyo a las familias y comunidades productoras, una mejor organización del sector comercial y el logro de mejores precios para los productores (Castañeda-Ccori et al., 2021; Viteri et al., 2020; Kovacic et al., 2017; Pan et al., 2004; Nieto y Caicedo, 2012). Por su parte, en un esfuerzo organizativo y político,

desde las comunidades y organizaciones de pequeños y medianos productores se está incorporando progresivamente el manejo orgánico y mejorando sus estructuras de comercialización y procesado (FAO, 2021; CEFA, 2022; GRUPO CHAKRA, 2020; GIZ, 2022). El fortalecimiento de las organizaciones y la implicación de las familias productoras es una cuestión esencial para los procesos de transición agroecológica de manera concomitante a la generación de políticas públicas agroecológicas (González de Molina et al., 2021).

En este sentido, la transición agroecológica en sus múltiples dimensiones se considera una necesidad y una oportunidad para la mejora de la calidad de vida de los productores de cacao y de sus comunidades, y para el mantenimiento y protección de los ecosistemas regionales. Teniendo en cuenta que la propuesta agroecológica no responde a unas pautas fijas y ordenadas, sino que más bien se plantea como una “caja de herramientas” orientada a intervenir y a generar procesos de cambio en cada una de las dimensiones, que han de retroalimentarse y generar sinergias para la transformación sustentable de la finca, del territorio y del sistema agroalimentario (Mier et al., 2019; Mendieta, 2018; Nieto, 2018). En todo caso, los procesos de transición agroecológica requieren de estrategias de acompañamiento y dinamización con todos los actores implicados en los procesos de cambio, dando respuestas técnicas-productivas, económicas, sociales, culturales -organizativas: es decir, procesos de fortalecimiento de las capacidades de las productoras y de sus organizaciones para reducir el uso de insumos químicos hasta transformar agroecológicamente el manejo de sus fincas y también sus relaciones económicas y sociales (Gliessman, 2007; Gliessman, 2016) a la vez que se generan contextos sociopolíticos que contribuyan a la cooperación y creación de redes intra e interactores en favor de las transiciones agroecológicas en un proceso de scaling out y scaling up (Mendieta, 2018; Nieto 2018; Gallar 2018).

Por todo ello, parece oportuno considerar que debe profundizarse en el análisis y en la práctica de los procesos de transición agroecológica en los sistemas de producción de cacao nacional fino y de aroma en la Amazonía ecuatoriana para mejorar la calidad de vida de las personas y de los ecosistemas (Zarillo et al., 2018; Fouet, 2022).

En la dimensión ecológica-productiva, un manejo agroecológico del cacao, en forma de sistemas agroforestales y chakras, genera servicios ecosistémicos para solucionar problemas que afectan a los sistemas de producción de cacao y sus familias

(Vera et al., 2020; Torres et al., 2022; Huera-Lucero et al., 2020); reduce significativamente los impactos ambientales y mejora la eficiencia económica/ambiental (Caicedo et al., 2022a; 2022b); y se convierte en un sumidero importante de carbono almacenado en el suelo (Torres et al., 2022; Jadan, 2012; Mendieta, 2018).

En la dimensión socioeconómica, el cacao orgánico y agroecológico son una alternativa para la economía de las familias más pobres -por la reducción de gastos en insumos (a pesar de los costes de certificación) a la vez que por los mejores precios del producto tanto en baba como seco- (Tuninetti, 2022; Torres et al., 2022), y contribuirá al logro de objetivos sociales acompañados de una rentabilidad económica que mejore la vida de miles de familias de productores de cacao protegiendo los recursos naturales del territorio (Pichón, 1997; Viteri et al., 2018; Constitución del Ecuador, 2008).

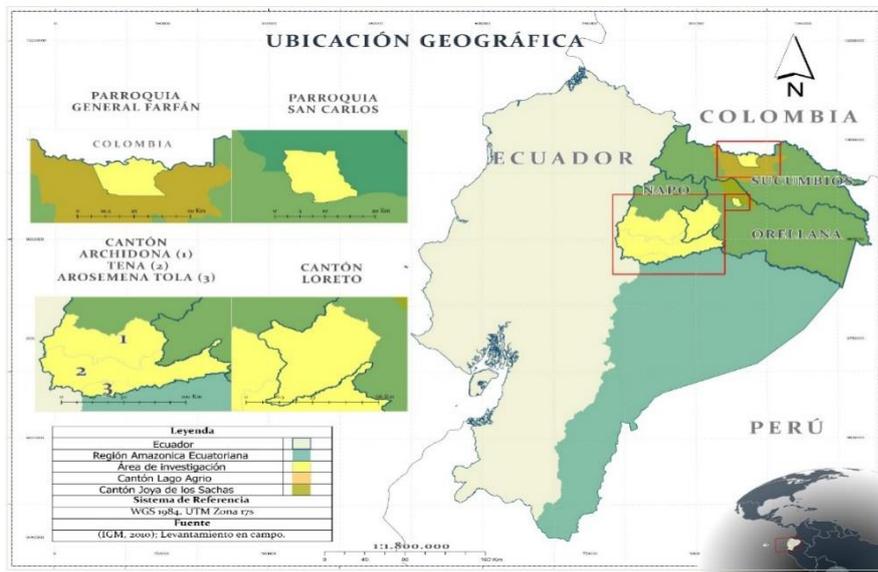
En la dimensión cultural-organizativa, la transición agroecológica puede permitir mejorar varios elementos de gobernanza e impulsores de agricultura e infraestructura para reducir la deforestación (Fischer et al., 2021) y con la aplicación de políticas públicas se alcanzaría el buen vivir, ahora y después, de las familias de productores de cacao (Viteri et al., 2018; Constitución del Ecuador, 2008). Las organizaciones campesinas y comunitarias indígenas de familias productoras de cacao en la región han de ser parte esencial de los procesos de transición (GRUPO CHAKRA, 2020). Del mismo modo, es importante destacar la necesidad de los grupos indígenas, en este caso sobre todo kichwas, de ser reconocidos como protagonistas de la protección del territorio (Heredia et al., 2020; Caballero-Serrano, 2016).

A pesar de la importancia del cacao y de su manejo orgánico y agroecológico, en la Amazonía ecuatoriana existe carencia de información sobre los principales problemas y dificultades en cada una de las dimensiones de la agroecología, y cuáles son las fortalezas y acciones propuestas para el fortalecimiento de los procesos de transición agroecológica en el territorio, en las organizaciones, en las familias y en las fincas. Este trabajo, mediante una metodología mixta de investigación, aborda el diagnóstico integral de las familias productoras de cacao y sus organizaciones en el marco de la transición agroecológica en el manejo de sus fincas, y muestra los resultados de la construcción participativa de propuestas de acción para la transición agroecológica en el centro norte de la Amazonía ecuatoriana.

## 5.2. Materiales y Métodos

### 5.2.1. Estudio de caso

Este estudio se realizó en las provincias Napo, Orellana y Sucumbíos. Las comunidades de Napo se ubican a una altitud promedio de 800 msnm con una temperatura media de 22°C y unas precipitaciones de 3800 mm anuales, mientras que las provincias de Orellana y Sucumbíos están ubicadas a una altitud promedio de 375 msnm, con temperatura de 25°C y precipitaciones medias de 3175 mm anuales. Los suelos que predominan en estas tres provincias son de tipo inceptisol (Climate, 2022; INIAP, 2021). Este trabajo se realizó con las asociaciones Kallari, Tsatsayaku, Wiñak de la provincia de Napo, Asosumaco y San Carlos en la provincia de Orellana y la asociación Aprocel en la provincia de Sucumbíos (Figura 5.1.). Las asociaciones de Napo están compuestas fundamentalmente por familias de la etnia kiwcha, mientras que en las asociaciones Aprocel, San Carlos y Asosumaco son mayoritariamente mestizas, con prácticas culturales, perspectivas y cultura diferentes. En la Tabla 5.1 se presenta de manera sintética el número de socios y comunidades de cada asociación además de los años de fundación y la principal actividad económica.



**Figura 5.1.** Localidades seleccionadas para este estudio

**Tabla 5.1.** Año de fundación, número de socios, forma de comercialización del cacao y venta de otros productos de las seis asociaciones de cacao analizadas

<b>Características/asociaciones</b>	<b>Kallari</b>	<b>Tstasayaku</b>	<b>Wiñak</b>	<b>Asosumaco</b>	<b>San Carlos</b>	<b>Aprocel</b>
Año de fundación	2004	2014	2010	2017	2009	1999
Socios (#)	173	164	250	114	40	65
Comunidades implicadas (#)	11	13	35	20	9	10
Comercialización de cacao	Grano seco y procesado	Grano seco y procesado	Grano seco y procesado	Grano seco y procesado	Grano seco y procesado	Grano seco
También venden	Guayusa; vainilla	Plátano y yuca	Guayusa procesada; plátano procesado	Café seco y procesado	Plátano y yuca	Café seco y procesado, maíz

### 5.2.2. Recopilación de datos primarios.

Para realizar el presente trabajo se utilizó una herramienta metodológica mixta donde se incluyeron aspectos cuantitativos, cualitativos y participativos. La investigación se dividió en dos fases: a) Fase 1. Se utilizaron entrevistas semiestructuradas a directivos y encuestas a productores para realizar una caracterización de la producción de cacao en la Amazonía y hacer un diagnóstico de los principales problemas asociados al cacao. La selección muestral cualitativa de las asociaciones se realizó en base a los años de trayectoria, número de socios, participación en actividades, porcentaje de mercado, incidencia social en la región además porque se encuentran habilitadas y en ejercicio comercial (Hernández et al., 2010). La recogida de información primara se realizó entre junio de 2019 y junio de 2021; b) Fase 2. A partir de la información recogida en la fase anterior, se trabajó en talleres participativos sobre los problemas asociados a la producción de cacao mediante la técnica del flujograma. En los talleres se priorizaron colectivamente los problemas (nudos críticos), y se discutieron y acordó un plan de acción de medidas/políticas de intervención encaminadas a fortalecer la transición agroecológica (ver 3.2.2.2). Los talleres tuvieron lugar entre febrero y mayo de 2021.

#### 5.2.2.1. Entrevistas y encuestas para la caracterización y diagnóstico de problemas (Fase 1)

Se realizaron entrevistas semiestructuradas a nueve directivos (presidente y/o administrador) de seis asociaciones de cacao (Tabla 5.2). El guion de entrevista incluía la visión, misión y objetivos de la asociación y se preguntaba de forma explícita sobre las debilidades/fortalezas de la organización en base a tres dimensiones: técnico-productiva (TP), socioeconómica (SE) y cultural-organizativa (CO) (Tabla 5.3). Las entrevistas fueron grabadas, transcritas, codificadas y analizadas en forma de fichas analíticas

(Carrero et al., 2012). Después de las entrevistas se realizó una caracterización extensa de las familias productoras de cacao en las seis asociaciones de estudio, las mismas que facilitaron el listado de productores-socios por comunidades, de esta lista se seleccionaron al azar, por accesibilidad y presencia en la finca, a 3 o 4 productores por comunidad. En total, se encuestaron a 279 productores. Las encuestas se preguntaban por información cuantitativa y cualitativa relativa a las tres dimensiones de la agroecología (TP, SE y CO). En general, las encuestas fueron realizadas al padre o madre de familia de la finca, finalmente este paso permitió identificar y seleccionar los problemas comunes para la siguiente fase (Tabla 5.7).

**Tabla 5.2.** Síntesis de las herramientas metodológicas utilizadas para recoger la información primaria

Herramienta	Población objetivo	Provincias	Cantones	Asociación (n° participantes)	Fecha de realización		
<b>Fase 1: Caracterización y diagnóstico de problemas</b>							
(1) Entrevistas	9 directivos	Napo	Arosemena Tola	Tsatsayaku (1)	Junio-2019		
			Archidona	Wiñak (2)	Junio-2019		
			Tena	Kallari (2)	Junio-2019		
		Orellana	Loreto	Asosumaco (1)	Julio-2019		
			San Carlos	San Carlos (2)	Julio-2019		
			Sucumbíos	Lago Agrio	Aprocel (1)	Julio-2019	
		(2) Encuestas	279 productores	Napo	Arosemena Tola	Tsatsayaku (79)	Enero-2020
					Archidona	Wiñak, (40)	Marzo-2020
				Orellana	Tena	Kallari (40)	Octubre-2020
Loreto	Asosumaco (40)				Noviembre-2020		
Sucumbíos	San Carlos			San Carlos (40)	Diciembre-2020		
	Lago Agrio			Aprocel (40)	Marzo-2021		
<b>Fase 2: Priorización nudos críticos y estrategias de intervención</b>							
(3) Flujograma	63 participantes (en los seis talleres).	Napo	Arosemena Tola	Tsatsayaku (10)	Febrero-2021		
			Archidona	Wiñak (10)	Marzo-2021		
			Tena	Kallari (10)	Abril-2021		
		Orellana	Loreto	Asosumaco (10)	Mayo-2021		
			San Carlos	San Carlos (10)	Abril-2021		
		Sucumbíos	Lago Agrio	Aprocel (13)	Mayo-2021		

Al abordar la dimensión TP las preguntas se centraron, principalmente sobre el manejo de la finca (del sistema agroforestal, chakra o monocultivo) y del cacao en particular (manejo convencional-intensivo, manejo orgánico certificado, manejo orgánico/agroecológico -sin certificar- atendiendo al tipo e intensidad de prácticas de manejo de fertilización, poda, control de malezas o uso de plaguicidas, la certificación, el

grado de diversificación y cultivo existente en las fincas. Para la dimensión SE, las preguntas fueron orientadas a conocer los balances económicos de las familias productoras de cacao (productos, canales de comercialización, precios, gastos); la importancia relativa de otros ingresos derivados de la venta de otros productos u otro tipo de actividades no agrarias; por el papel de las asociaciones como herramientas de comercialización; la satisfacción con la actividad agraria y las expectativas de continuidad de las familias productoras. Por último, en relación a la dimensión CO se preguntó por el papel que juegan las asociaciones al fomentar la producción de cacao de calidad, el acopio y su comercialización, el grado de cooperativismo y los procesos participativos en las asociaciones además de la visión de los agricultores y el sistema de formación en temas agrarios (Tabla 5.3).

**Tabla 5.3.** Principales cuestiones abordadas en las entrevistas a directivos y encuestas a los agricultores

Dimensión	Principales cuestiones abordadas en las entrevistas y en las encuestas
Técnico-productiva (TP)	Se realizaron preguntas para caracterizar los sistemas de cultivo (a), el manejo (b) y la diversificación (c) en finca, particularmente se indagó sobre el tamaño y la composición de las fincas (monocultivo, sistema agroforestal), el uso de insumos, la certificación, las prácticas culturales como la poda o el control de manejo o el grado de diversificación y cultivo existente en las fincas.
Socio-económica (SE)	Se realizaron preguntas para indagar sobre los ingresos (d), los costes (e) a partir de la cual se calcularon indicadores de viabilidad económica, principalmente en Margen Neto. Para ello se indagó sobre la estructura de ingresos, acceso a los mercados, así como la estructura de costes.
Cultural-Organizativa (CO)	Se realizaron preguntas para indagar sobre el grado de cooperativismo y participación en las asociaciones (g), la visión de los agricultores (ha) y el grado de formación en temas agrarios.

#### 5.2.2.2. Talleres y flujograma participativo para la definición de medidas/políticas de intervención encaminadas a fortalecer la transición agroecológica (Fase 2)

En la segunda fase de la investigación se realizaron seis talleres participativos, uno por cada asociación, en los mismos que participaron de 10 a 13 productores seleccionados al azar (entre hombres, mujeres, jóvenes y adultos mayores). En total participaron un total de 63 personas, cifra que representa un 23% de los productores encuestados. La participación en los talleres de mujeres, jóvenes, adultos y ancianos fue equitativa. Éstos tuvieron una duración aproximada de cuatro horas y se trabajó con la técnica del Flujograma (Ganuzza et al., 2010). Cada taller fue organizado con seis actividades: 1) En primer lugar, el equipo investigador hizo una presentación sistemática de los principales problemas obtenidos en las entrevistas y encuestas de la fase 1 (Tabla 5.7) además se incluyeron, adicionalmente, algunos problemas que no salieron en las encuestas y

entrevistas; 2) A partir de ello, los participantes elaboraron una matriz-mapa situando los problemas en cada una de las tres dimensiones (TP, SE, CO) (eje y) para, posteriormente; 3) Priorizar participativamente los problemas en base a la capacidad de acción del colectivo (agricultores/asociación) para lograr cambios positivos, se utilizaron tres categorías: a. Depende de nosotros; b. Algo podemos hacer y c. Está fuera de nuestro alcance (eje x); 4) A partir del mapa se analizaron las relaciones de causa y efecto entre los distintos problemas; 5) Los resultados del análisis fueron sistematizados y socializados por el investigador principal con la presentación de la matriz de elementos que producen más efectos, los elementos intermedios y aquellos que son fruto de múltiples causas y la identificación de los nudos críticos; Por último, 6) Finalmente, se trabajó en la discusión colectiva sobre esta clasificación y además se elaboró y presentó, por grupos de hombres y de mujeres, sobre su visión de alternativas y soluciones, es decir propuestas de los productores y productoras sobre alternativas a los problemas desde su iniciativa y visión.

### *5.2.3. Estructura de la información y Análisis estadístico*

Los dos grupos de asociaciones ASA (Asosumaco, San Carlos y Aprocel ) y KTW (Kallari, Tsatsayaku, Wiñak) se agruparon de acuerdo a las siguientes consideraciones: 1) Zonificación agroecológica: los sistemas de producción de ASA están ubicados en las provincias de Orellana y Sucumbíos en altitudes promedio 375 msnm mientras que KTW están en la provincia de Napo en altitudes promedio de 800 msnm; 2) Sistemas de producción: en ASA se manejan mayormente como sistemas agroforestales y monocultivos convencionales mientras en KTW el manejo se realiza en “Chakras” o sistemas agroforestales mayormente orgánicos y orgánicos certificados y, 3) Cultural y organizativo, ASA tiene un porcentaje mayor de mestizos y un sistema organizativo menos cohesionado mientras que KTW tiene un porcentaje mayor de etnia Kichwas y es un sistema organizacional más cohesionado, es decir son culturas diferentes en prácticas culturales y perspectivas. Los contrastes entre proporciones que se midieron en las asociaciones se realizaron usando la prueba Ji-cuadrado para proporciones (Función `prop.test` en el paquete estadístico R) y para el caso en que los tamaños muestrales fueron bajos para los conteos se realizó el test Exacto de Fisher. Para el caso de las variables numéricas continuas, los contrastes para los niveles medios de las variables se realizaron usando el test “t de Student” para varianzas distintas implementado a través de la función

t.test en el paquete estadístico R. (R Core Team, 2021). Las encuestas fueron codificadas y la información fue trasvasada a una base de datos Excel y trabajada estadísticamente con el SPSS y R.

### **5.3. Resultados**

#### *5.3.1. Caracterización y diagnóstico de los principales problemas técnico-productivos, socio-económico y cultural-organizativos.*

En relación a la dimensión TP, nuestros datos muestran como en términos medios el 92,5% de los agricultores en la Amazonía cultivan cacao en sistemas agroforestales diversificados donde, además de cacao, también se produce plátano, yuca, plantas de ciclo corto asociado a gallinas, cerdos o peces (respuestas TP c1-c5 en la Tabla 5.4). El tamaño medio de las fincas es de 2,0 ha. La producción de cacao en monocultivo, aunque minoritaria (7,5% de las ha), obtiene unos rendimientos superiores a los sistemas agroforestales (381 vs 248 kg de cacao. ha<sup>-1</sup>) (respuestas TP i-ii Tabla 5.4). Las variedades más importantes utilizadas por los agricultores son el cacao nacional (52,3%), seguido del superárbol (26,2%) y el CNN51 (22,9%) (respuestas TP. a2 Tabla 5.4). Todas las fincas, especialmente los sistemas agroforestales, tienen un manejo poco intensivo en el uso de insumos externos y, por tanto, intensivo en trabajo familiar (respuestas TP b1-b10 Tabla 5.4). Esto se refleja en el hecho de que tan solo el 22 y 11% de los encuestados han utilizado abonos químicos de síntesis o pesticidas sintéticos; el 6,8 y 3,6% utilizan abonos minerales orgánicos y tan sólo el 1% tiene sistemas de riego (respuestas TP. b4; b6; b9 Tabla 5.4). Por el contrario, el 77,9% de la mano de obra es familiar donde, además de la cosecha del cacao, se destina a otras tareas de manejo (respuestas TP. b10 Tabla 5.4). El 47% de las familias llevan a cabo diferentes tipos de poda (de formación, mantenimiento, fitosanitaria y/o de rehabilitación) (respuestas TP. b7 Tabla 3.4) mientras que 16,5% controla las malezas, principalmente de forma manual con moto guadaña (respuestas TP. b8 Tabla 5.4). El 22% de las fincas están certificadas como orgánicas, y todas ellas se encuentra en las asociaciones KTW (respuestas TP b2 Tabla 5.4). En este sentido, nuestros datos muestran importantes diferencias significativa en cuanto a los sistemas de cultivo y manejo entre KTW y ASA.

**Tabla 5.4.** Dimensión TP relativa a la caracterización de los sistemas productivos (A), de manejo (B) y diversificación (C) en la producción de cacao en la Amazonía ecuatoriana (ns y \* = diferencias no significativas y significativas entre KTW y ASA;  $p < 0.005$ ) (% sobre el total de fincas)

Características	Unidad	Mean	a. KTW	b. ASA	Sing. a-b	Relacionado con los Problemas de la Tabla 5.7
<b>I. Técnico productivo (A+B+C)</b>						
<b>A. Sistemas de cultivo</b>						
a.1 Tipos de sistemas (i e ii)						
i. Monocultivo	% de las ha	7.5	5.8	9.8	ns	PTP.1;2
Superficie media	ha por finca	1.8	1	2.4	*	
Rendimiento	kg.ha <sup>1</sup>	381.3	186	527.8	*	PTP.1;10;13
ii. Sistemas agroforestales	% de las ha	92.5	94.2	90.2	ns	PTP.2;7;14
Superficie media	ha. finca <sup>1</sup>	2	1.3	2.9	*	
Rendimiento	kg.ha <sup>1</sup>	248.8	157.5	369.7	*	PTP.2;8
a.2 Variedades cultivadas						
Cacao Nacional	% fincas	52.3	72.4	26.8	*	PTP.12;14;15
Superárbol	% fincas	26.2	7.1	50.4	*	
CNN51	% fincas	22.9	6.4	43.9	*	
Otras	% fincas	7.5	11.5	2.4	*	
<b>B. Manejo</b>						
b.1 Uso de químicos convencionales	% fincas	22.5	1.9	48.8	*	PTP.6;14;11
b.2 Fincas orgánicas certificadas	% fincas	22.2	39.7	0.0	*	PTP.5
b.3 No utiliza productos químicos convencionales	% fincas	55.2	54.8	58.3	ns	PTP.15
b.4 Utiliza fertilizantes químicos convencionales	% fincas	6.8	0.6	14.6	*	PTP.4;13;14
b.5 Utiliza fertilizantes orgánicos	% fincas	3.6	4.5	2.4	ns	PTP.2;4;13;12;15
b.6 Utiliza pesticidas sintéticos	% fincas	11.1	0.0	25.2	*	PTP. 1;2;6;14
b.7 Poda	% fincas	47.0	30.1	68.3	*	PTP.2;7;9;10
b.8 Control de malezas	% fincas	16.5	1.3	31.7	*	PTP.PTP.2;7; 14;
b.9 Cuenta con sistemas de riego	% fincas	1.1	0.6	1.6	ns	PTP.14
b.10 Todo trabajo es trabajo familiar	% fincas	77.9	94.8	60.9	*	PTP.2
b.11 Las mujeres trabajan en el campo	% fincas	47.6	59.0	33.3	*	PTP.2
<b>C. Diversificación</b>						
c.1 Diversificación de explotaciones agrícolas	% fincas	92.5	94.2	90.2	ns	PTP.1;2;7;10; 14;15
c.2 Plátano	% fincas	21.0	20.5	21.9	ns	
c.3 Yuca	% fincas	10.0	12.8	6.5	ns	
c.4 Guayusa	% fincas	7.5	13.4	0.0	*	
c.5 Otros árboles	% fincas	92.5	94.2	90.2	ns	PTP.8;10
c.6 Plantas medicinales	% fincas	2.9	5.1	0.0	ns	
c.7 Otros animales en el sistema	% fincas	8.2	6.4	9.8	ns	PTP.11

En términos generales, como se muestra en la Tabla 5.4, es posible afirmar que los agricultores de KTW tienen fincas más pequeñas, con un manejo orgánico certificado o un manejo tradicional que sigue un perfil de recolector, mientras que en ASA se concentra en mayor medida las fincas convencionales y el uso de químicos de síntesis (respuestas TP. b2 Tabla 5.4). No encontramos diferencias en torno al grado de diversificación de las fincas entre los dos grupos de asociaciones (respuestas TP.c1 Tabla 5.4). Muchas de las características relatadas anteriormente son percibidas por los propios agricultores como barreras o problemas a solucionar. Estos problemas se sintetizan en la Tabla 5.7, en sistemas productivos: daños de plagas y enfermedades (PTP.1), falta de conocimiento para adoptar nuevas tecnologías agroecológicas: la producción es demorada, más costosa, requiere mayor mano de obra (PTP.2), falta de asistencia técnica y capacitación (PTP.7), dificultades en la integración forestal-cacao (PTP.8), baja productividad por la sombra (PTP.10), deficiente reciclaje de biomasa y nutrientes, ahorro de agua, manejo de semillas y razas(animales) y uso y producción de energías renovables, incorrecta nutrición de plantas (PTP.12), falta de conocimiento de manejo orgánico y agroecológico como integración cultivo-ganado-acuicultura (PTP.14), regular diversidad de cultivos, animales (incluido peces e insectos), árboles (otros perennes); diversidad de actividades, productos y servicios. De la misma forma en manejo se presentan varios problemas relacionados: daños de plagas y enfermedades: como monilia en cacao (PTP.1), falta de conocimiento para adoptar nuevas tecnologías agroecológicas: la producción es demorada, más costosa, requiere mayor mano de obra (PTP.2), pocos productores tiene certificación orgánica (PTP.5), los agrotóxicos son un problema en la comunidad porque contaminan el agua y el suelo (PTP.6), falta de asistencia técnica y capacitación (PTP.7), falta de extensión en la práctica de la poda (PTP.9), baja productividad por la sombra (PTP.10), disminución de animales silvestres (PTP.11), deficiente reciclaje de biomasa y nutrientes (ahorro de agua, manejo de semillas y razas(animales) y uso y producción de energías renovables(PTP.12), incorrecta nutrición de plantas (PTP.13), falta de conocimiento de manejo orgánico y agroecológico como integración cultivo-ganado-acuicultura (PTP.14), regular diversidad de cultivos, animales (incluido peces e insectos), árboles (otros perennes); diversidad de actividades, productos y servicios (PTP.15), finalmente en diversificación los problemas son: Daños de plagas y enfermedades: como monilia en cacao (PTP.1), Falta de conocimiento para adoptar nuevas tecnologías agroecológicas: la producción es demorada, más costosa, requiere mayor mano de obra (PTP.2), Falta de

asistencia técnica y capacitación (PTP.7), Dificultades en la integración forestal-cacao (PTP.8), Baja productividad por la sombra (PTP.10), Disminución de animales silvestres (PTP.11), Falta de conocimiento de manejo orgánico y agroecológico como integración cultivo-ganado-acuicultura (PTP.14), Regular diversidad de cultivos, animales (incluido peces e insectos), árboles (otros perennes); diversidad de actividades, productos y servicios (PTP.15)

Esta estructura TP del cacao ecuatoriano tiene su correlación con los resultados SE a nivel de explotación. Los ingresos medios se estimaron de 513 \$. ha<sup>-1</sup> (respuesta SE.d.1 Tabla 5.5). La mayoría de las asociaciones vende cacao en baba (63%) (respuesta SE.d.1 Tabla 5.5). en los mercados locales a través de las asociaciones (78%) (respuesta SE.d.2. i Tabla 5.5). El acceso a otro tipo de mercados (nacional o exportaciones) es muy limitado y suelen acceder a través de intermediarios a las empresas situadas en la costa ecuatoriana u otras asociaciones/empresas fuera de la región (respuestas SE. d2.i. ii Tabla 5.5). No existes diferencias significativas entre los precios medios percibidos por los agricultores por la venta del cacao convencional vs orgánico (1.85 vs 2.06 \$. kg<sup>-1</sup>) (respuestas SE.d.1 Tabla 5.5). Así mismo, la mayoría de los agricultores venden otros productos (65,9 \$. ha<sup>-1</sup>) (respuestas SE.d.3 Tabla 5.5) y tienen, a su vez otros ingresos no agrarios (390 \$. ha<sup>-1</sup>) (respuestas SE.d.4 Tabla 5.5) que permiten mejorar el ingreso de rentas en la unidad familiar. El coste medio se estimó en 125 \$. ha<sup>-1</sup> mayoritariamente vinculado a la compra de insumos (energía, fertilizantes, herramientas, etc.) ya que, como se comentaba anteriormente, un porcentaje muy pequeño del trabajo es remunerado (20%). Cabría señalar que, las fincas certificadas que se encuentran en KTW, afrontan un coste asociado a la certificación muy elevado (200 \$. finca<sup>-1</sup>) (respuestas SE.e.1 Tabla 5.5) comparado con los niveles de ingresos y costes de familias. En términos medios, el valor añadido de las granjas se estimó en 405 \$. ha<sup>-1</sup> y en 968.9 \$. ha<sup>-1</sup> si se contabilizan todos los ingresos.

**Tabla 5.5.** Características de las fincas en la dimensión SE en relación a los ingresos (D), costes (E) y viabilidad económica (F) de la producción de cacao en la Amazonía ecuatoriana (valores medios; % sobre la media) (ns y \* = diferencias no significativas y significativas entre KTW y ASA;  $p < 0.005$ )

Características	Unidad	Media	a. KTW	b. ASA	Sing. (a-b)	Relacionado con los Problemas de la Tabla 5.7
<b>II. Socio-económica (d+e+f)</b>						
<b>D. Ingresos</b>						
d.1 Ingreso promedio del cacao	\$. ha <sup>-1</sup>	513	323	704	*	PSE.4;9;13
Venta de cacao seco	% de las ventas	37.2	37.22	25.7	ns	PSE.1;4;9;13
Venta de cacao en baba	% de las ventas	62.8	74.5	68.7	*	PSE.1;4;9;13
Precio medio del cacao convencional	\$. kg <sup>-1</sup>	1.85	84	97.6	ns	PSE.3;9
Precio medio cacao ecológico	\$. kg <sup>-1</sup>	2.06	72	84.1	*	PSE.5;9
d.2 Mercados			12	13.5		PSE.1,2;12
- Mercados locales (i + ii)	% de las ventas	90.8	9	2.4	*	PSE.1,2;12
i. Asociaciones	% de las ventas	78.0	7	0	*	PSE.1,2,12
ii. Intermediarios	% de las ventas	12.8	1.83	1.86	ns	PSE.2;6
- Mercados Nacionales	% de las ventas	5.7	2.06	1.87	*	PSE.1;2,12
- Mercados de exportación	% de las ventas	3.5	73.4	56.4	*	PSE.2;8
d.3 Venta de otros productos	\$. ha <sup>-1</sup>	65.9	391.9	387.9	*	PSE.7
d.4 Ingresos no agrícolas	\$. año <sup>-1</sup>	390			ns	PSE.9.12
<b>E. Costos</b>			<b>64</b>	<b>186</b>		
e.1 Costos promedio convencionales	\$. ha <sup>-1</sup>	125	65	132	*	PSE.3;4;13
Costos medios sin productos químicos.	\$. ha <sup>-1</sup>	99	5.1	39	*	PSE.4;5;13
Trabajo remunerado	% de las fincas	20	40	0	*	PSE.4;11;13
Costo de certificación	% de las fincas	20	200	0	*	PSE.8
	\$. finca <sup>-1</sup>	100	9.6	35.7	*	
e.2 Mujeres en el seguro agrícola	%	21.1			*	PSE.10
<b>F. Margen neto</b>			<b>225</b>	<b>586</b>		
f.1 Margen neto (cacao)	\$. ha <sup>-1</sup>	405	298	643	*	PSE.1;9;12
f.2 Margen neto (finca)	\$. ha <sup>-1</sup>	470	323	704	*	PSE.1;9;12

Así mismo, como se puede observar en la Tabla 5.5, existen diferencias significativas para todos los indicadores SE analizados entre KTW y ASA menos en relación al acceso a los mercados locales a través de los intermediarios, el precio medio del cacao y los ingresos no agrarios. En general, se podría decir que en ASA la producción es más intensiva, lo que le permite unos mayores ingresos y, a pesar de los costes, un mejor valor añadido. Por el contrario, las fincas en KTW son más extensivas en mano de obra, principalmente familiar, centrada en producción orgánica (certificada o sin certificar). De la misma forma están relacionados con los problemas de la Tabla 5.7, en

el caso de ingresos los problemas son: falta de mercado, precios bajos en el mercado, temporalidad del producto. (PSE.1), escasez de capital y crédito para producción y procesamiento. (PSE.2), precios altos de insumos químicos (PSE.3), la mano de obra es escasa (PSE.4), precios altos de insumos orgánicos (PSE.5), demasiados intermediarios (PSE.6), el mayor porcentaje de productores cultiva cacao, pasto y bosque en pequeñas superficies (PSE.7), altos costos de la certificación orgánica (PSE.8), baja rentabilidad del cultivo de cacao (PSE.9), baja resiliencia por la inestabilidad de ingresos/producción, y endeudamiento (PSE.12) y la mano de obra tiene costo alto (PSE.13). En el caso de los costos se relacionan con los siguientes problemas: precios altos de insumos químicos (PSE.3), la mano de obra es escasa (PSE.4), precios altos de insumos orgánicos. (PSE.5), altos costos de la certificación orgánica (PSE.8), bajos valores sociales y humanos faltan empoderamiento de mujeres (PSE.10), bajos valores sociales y humanos, falta empoderamiento de jóvenes (PSE.11) y la mano de obra tiene costo alto (PSE.13) y en el margen neto tenemos los problemas falta de mercado, precios bajos en el mercado, temporalidad del producto. (PSE.1), baja rentabilidad del cultivo de cacao (PSE.9), baja resiliencia por la inestabilidad de ingresos/producción y endeudamiento (PSE.12)

En relación a la dimensión CO, se destaca, tanto en las encuestas como en las entrevistas, el papel de las organizaciones como espacios de participación comunitaria resaltando la necesidad de fortalecimiento y mejora de los procesos de autogestión. A pesar de ello, en términos medios, el 73% de los encuestados considera que las asociaciones de cacao tienen una importancia vital para el desarrollo local y comercial de su propia actividad (respuestas CO. g1 Tabla 5.6) y el 60,6% cree que puede influir en la organización (respuesta CO. g3 Tabla 5.6), aunque solamente participe el 44,5% (respuesta CO.g.2 Tabla 5.6). Desde una perspectiva de género, la participación de las mujeres como socia (37,6%) (respuesta CO.g.4 Tabla 5.6), mujeres que participan en las actividades de la organización como en otras actividades (71,3% y 69,9%) (respuestas CO.g.5; g.6 Tabla 5.6) y mujeres involucradas en la promoción comunitaria (60,6%) (respuesta CO.g.7 Tabla.5.6). Esta sensibilidad y visión se refleja en el hecho de que más del 90% de los encuestados están de acuerdo a que la Amazonía no es un recurso a explotar y que cuidar la naturaleza forma parte de su tradición cultural (respuesta CO.h1 Tabla.5.6). En este sentido, el 94% de los encuestados creen que su manejo es conservacionista y que evita problemas ambientales asociados a los agrotóxicos, la contaminación de agua, etc. (respuestas CO.h.4: h.5 Tabla.5.6). Así mismo, entre el 75% y 79% creen que la agroecología, así

como los sistemas agroforestales, son una buena alternativa ambiental y productiva (respuestas CO.h.6: h.7 Tabla.5.6) que permite conservar y mejorar la fertilidad del suelo, diversifica los productos, secuestra carbono y permite mantener otras funciones ecosistémicas.

**Table 5.6.** Dimensión CO relativas al cooperativismo y participación (g), visión (h) y formación en la producción cacao en la Amazonía ecuatoriana (% número de socios) (ns y \* = diferencias no significativas y significativas entre KTW y ASA;  $p < 0.005$ )

III. Cultural-Organizativa	Unidades	Media	a. KTW	b. ASA	Sig. (a-b)	Relacionado con los Problemas de la Tabla 5.7
<b>G. Asociación y participación</b>						
g.1 Miembros que consideran que las organizaciones son una herramienta importante	% de miembros	73,1	82,1	61,8	*	PCO.1;2;7
g.2 Miembros que participan en la asamblea	% de miembros	44,5	44,2	44,7	ns	PCO.1;7
g.3 Miembros que consideran que pueden influir en las decisiones	% de miembros	60,6	71,8	46,3	*	PCO.8;7
g.4 Mujeres socias	% de miembros femeninos	37,6	46,8	26,0	*	PCO.6;8
g.5 Mujeres que participan en las actividades de la organización	% de mujeres en actividades de la organización	71,3	53,2	94,3	*	PCO.6;7;8
g.6 Mujeres participando en otras actividades	% de mujeres en otras actividades	69,9	52,6	91,9	*	PCO.6;7;8
g.7 Mujeres involucradas en la promoción comunitaria	% de mujeres en actividades de promoción comunitaria	60,6	71,8	46,3	*	PCO.6;7;8
<b>H. Visión</b>						
h.1 Informar lógicas conservacionistas	% de miembros	92,8	89,1	97,5	*	PCO.2;4;6
h.2 Informe lógicas productivistas (ns)	% de miembros	29,0	33,9	22,7	ns	PCO.2;4;6
h.3 Creer que su gestión es conservacionista	% de miembros	94,0	93,6	94,3	ns	PCO.2;5
h.4 Los agrotóxicos son un problema (ns)	% de miembros	87,2	86,5	87,8	ns	PCO.2
h.5 La contaminación del agua es un problema (ns)	% de miembros	87,1	83,3	87,0	ns	PCO.5;3
h.6 Consideran que SAF es una buena alternativa	% de miembros	75,3	91,7	54,4	*	PCO.2;3
h.7 La agroecología se considera una buena alternativa	% de miembros	79,0	90,0	65,0	*	PCO.2;3
<b>I. Capacitación</b>						
						PCO.3,8
i.1 Capacitación recibida en sistemas agroforestales	% de miembros	15,4	18,5	13,4	ns	PCO.2;6
i.2 Capacitación recibida en agricultura orgánica	% de miembros	34,0	43,6	22,0	*	PCO.2;6
i.3 Capacitación recibida en agricultura	% de miembros	40,1	45,5	34,9	ns	PCO.5;6

De la misma forma existen diferencias significativas entre los grupos KTW y ASA, así KTW consideran mejor a la organización, pueden influir en la misma y las mujeres se empoderan de labores comunitarias además que consideran que los sistemas agroforestales y agroecología son una buena alternativa mientras que ASA consideran que pueden mejorar el enfoque de género y hacer un mejor papel conservacionista. A pesar de

que el porcentaje de socios que reciben formación es bajo (entre 15-40%) (respuestas CO.i.1: i.3 Tabla 5.6), se considera que las asociaciones son un actor clave en la organización de actividades de formación y en la promoción de la conservación de la cultura de sus miembros y de los recursos naturales de sus territorios. En cuanto a los problemas relacionados según la Tabla.5.7 se observa que en asociación y participación se resumen los siguientes: falta de mercados, difícil acceso a mercados internacionales por mucha burocracia (PCO.1), políticas públicas que fortalezcan la cadena de valor de cacao, el sistema alimentario y los circuitos cortos (PCO.2), falta de acceso e interés al conocimiento agroecológico, practicas, en base a perspectiva de género y de espacios de formación agroecológica (PCO. 6); baja cultura y tradición alimentaria para la dieta, nutrición alimentaria y uso de variedades/razas locales y conocimientos para la preparación de alimentos (PCO.7), falta de empoderamiento de los productores, mujeres y jóvenes, en organizaciones y de mayor participación en las mismas. (PCO.8). Como parte de la visión se presentaron los siguientes problemas: políticas públicas que fortalezcan la cadena de valor de cacao, el sistema alimentario y los circuitos cortos. (PCO.2), falta de semillas o plantas de calidad. Faltan programas para conservar el hábitat de plantas y animales (PCO.3), falta de acceso a internet y telefonía (PCO.4), faltan programas para proteger las cuencas hídricas (PCO.5), falta de acceso e interés al conocimiento agroecológico, practicas, en base a perspectiva de género y de espacios de formación agroecológica (PCO.6). Finalmente, en capacitación los problemas son: políticas públicas que fortalezcan la cadena de valor de cacao, el sistema alimentario y los circuitos cortos. (PCO.2), faltan programas para proteger las cuencas hídricas (PCO.5), falta de acceso e interés al conocimiento agroecológico, practicas, en base a perspectiva de género y de espacios de formación agroecológica (PCO.6). Al igual que en las dimensiones anteriores, existen algunas diferencias significativas entre KTW y ASA vinculadas a la participación de los socios en la organización y al rol de la mujer y de los jóvenes, tanto en la organización como en otras actividades familiares y de la comunidad.

**Table 5.7.** Principales problemas y nudos críticos en función de las tres dimensiones definidas

Problemas principales		Entrevistas y Encuestas	KTW (%)	ASA (%)	Nudo crítico (Si/No)
<b>1. Técnico-Productivos (TP)</b>		(Et/Ec)	(%)	(%)	(Si/No)
PTP.1	Daños de plagas y enfermedades: como monilia en cacao.	Et	84	77	No
PTP.2	Falta de conocimiento para adoptar nuevas tecnologías agroecológicas: la producción es demorada, más costosa, requiere mayor mano de obra	Et y Ec	70	19	Si
PTP.3	Se ha observado cambio del clima: precipitaciones y temperaturas, con exceso de lluvias y sequías	Ec	10	8	No
PTP.4	Regular eficiencia y uso, de entradas externas, gestión de la fertilidad del suelo, manejo de plagas y enfermedades, productividad y necesidades del hogar.	Ec	10	1	No
PTP.5	Pocos productores tiene certificación orgánica	Et	-	-	No
PTP.6	Los agrotóxicos son un problema en la comunidad porque contaminan el agua y el suelo	Et	-	-	No
PTP.7	Falta de asistencia técnica y capacitación	Et	-	-	Si
PTP.8	Dificultades en la integración forestal-cacao	Et	-	-	No
PTP.9	Falta de extensión en la práctica de la poda	Taller	-	-	No
PTP.10	Baja productividad por la sombra	Et	-	-	Si
PTP.11	Disminución de animales silvestres	Taller	-	-	No
PTP.12	Deficiente reciclaje de biomasa y nutrientes (, ahorro de agua, manejo de semillas y razas(animales) y uso y producción de energías renovables.	Et	-	-	No
PTP.13	Incorrecta nutrición de plantas	Taller	-	-	No
PTP.14	Falta de conocimiento de manejo orgánico y agroecológico como integración cultivo-ganado-acuicultura	Et	-	-	No
PTP.15	Regular diversidad de cultivos, animales (incluido peces e insectos), árboles (otros perennes); diversidad de actividades, productos y servicios.	Et	-	-	No
<b>2. Socio-económicos (SE)</b>					
PSE.1	Falta de mercado, precios bajos en el mercado, temporalidad del producto.	Ec	71	63	Si
PSE.2	Escasez de capital y crédito para producción y procesamiento.	Ec	61	39	Si
PSE.3	Precios altos de insumos químicos	Ec	36	47	No
PSE.4	La mano de obra es escasa	Ec	22	22	No
PSE.5	Precios altos de insumos orgánicos.	Taller	-	-	No
PSE.6	Demasiados intermediarios	Et	-	-	No
PSE.7	El mayor porcentaje de productores cultiva cacao, pasto y bosque en pequeñas superficies	Et	-	-	No
PSE.8	Altos costos de la certificación orgánica	Et	-	-	Si
PSE.9	Baja rentabilidad del cultivo de cacao	Et	-	-	Si
PSE.10	Bajos valores sociales y humanos faltan empoderamiento de mujeres	Taller	-	-	No
PSE.11	Bajos valores sociales y humanos, falta empoderamiento de jóvenes	Taller	-	-	No
PSE.12	Baja resiliencia por la inestabilidad de ingresos/producción, y endeudamiento	Taller	-	-	No
PSE.13	La mano de obra tiene costo alto	Taller	-	-	No
<b>3. Cultural-organizativas (CO)</b>					
PCO.1	Falta de mercados. Difícil acceso a mercados internacionales por mucha burocracia	Ec	20	22	Si
PCO.2	Políticas públicas que fortalezcan la cadena de valor de cacao, el sistema alimentario y los circuitos cortos.	Ec	10	30	Si
PCO.3	Falta de semillas o plantas de calidad. Faltan programas para conservar el hábitat de plantas y animales	Ec	20	4	Si
PCO.4	Falta de acceso a internet y telefonía	Taller	-	-	Si
PCO.5	Faltan programas para proteger las cuencas hídricas	Taller	-	-	Si

PCO.6	Falta de acceso e interés al conocimiento agroecológico, practicas, en base a perspectiva de género. Falta de espacios de formación agroecológica	Et	-	-	No
PCO.7	Baja cultura y tradición alimentaria para la dieta, nutrición alimentaria y uso de variedades/razas locales y conocimientos para la preparación de alimentos.	Et	-	-	No
PCO.8	Falta de empoderamiento de los productores, mujeres y jóvenes, en organizaciones y de mayor participación en las mismas.	Taller	-	-	Si

### 5.3.2. Priorización de problemas y acciones propuestas para la transición agroecológica.

En la dimensión TP (Tabla 5.8), KTW y ASA, priorizan nudos críticos en función de los problemas de los sistemas de producción relevantes en sus áreas de influencia (Tabla 5.7), los dos grupos tienen fortalezas y debilidades y coinciden en señalar a la baja productividad del cacao bajo sombra, y ambas coinciden en la reclamación de más y mejor capacitación a productores y a técnicos en producción en SAF y en manejo orgánico. En este caso, aunque los nudos críticos son comunes, la dirección de las respuestas que dan desde KTW y ASA son divergentes, tendiendo desde KTW a una propuesta agroecológica (ATP.1;3;4;6;7), de mayor diversificación y capacitación en prácticas agroecológicas y cuidado de las variedades de cacao, mientras que en ASA apuestan por propuestas (ATP.2;5;8) más orientadas a la mejora de la productividad con menor énfasis en lo orgánico y más orientado a la calidad con vistas al mercado.

**Tabla 5.8.** Nudos críticos y acciones propuestas de intervención según criterio de productores KTW y ASA en la dimensión TP.

Nudos críticos	Problemas	Grupo	Acciones propuestas
Baja productividad por la sombra	PTP.10	KTW	ATP.1: Apoyar a los sistemas agroforestales, promoviendo la diversidad de especies en fincas, la participación integral en programas de desarrollo de producción sostenible.
		ASA	ATP.2: Fortalecer y capacitar para mejorar la producción, calidad y precios justos.
Falta de conocimiento para adoptar nuevas tecnologías agroecológicas	PTP.2	KTW	ATP.3: Impulsar la agroecología con investigación, tecnología, capacitación y asistencia técnica en programas agroforestales, dirigida a los productores. ATP.4: Generar materiales de cacao de calidad que perdure en el tiempo.
		ASA	ATP.5: Gestionar apoyo del estado, academia y apoyo internacional.
Falta de asistencia técnica y capacitación	PSE.7	KTW	ATP.6: Capacitar en producción orgánica a técnicos y productores. ATP.7: Capacitar en manejo integrado de las principales enfermedades de cacao.
		ASA	ATP.8: Capacitar en producción a técnicos y productores.

En la dimensión SE (Tabla 3.9), KTW y ASA, de igual forma de acuerdo a los problemas (Tabla 5.7) se determinaron varios nudos críticos y se generan varias propuestas que serían complementarias entre los dos grupos, coinciden en señalar a la falta de rentabilidad como nudo crítico, apuntando a los bajos precios del cacao como una

de las principales causas. A su vez, KTW prioriza la falta de mercados, baja rentabilidad y altos costos de certificación orgánica por lo que proponen mejorar la organización con otras actividades complementarias más rentables, diversificar la chakra para mejorar los sabores del cacao fino y de aroma, disponer de productos con valor agregado y precio justo, disminuir los intermediarios, acceder a mercados nacionales e internacionales para productos con valor agregado con nuevas oportunidades de comercialización, capacitar en temas de mercado para vender más productos a mejor precio, mayor acceso a créditos y asistencia técnica, empoderar a hombres, mujeres y jóvenes, fortalecer en temas de género y fortalecer los negocios con un gremio o consorcio con el fin de posicionarnos en el mercado internacional, con certificaciones orgánicas de cacao nacional fino y de aroma (ASE: 1;5;6;7;8;9;10;11;12;13;17) mientras que ASA señala los mismos nudos críticos, pero propone fomentar la calidad en la producción, implementar un centro de acopio de comercialización comunitaria para mejorar los precios de los productos agrícolas, regular los precios con intermediarios, fortalecer la parte organizacional e investigación en la cadena de valor de productos con capacitaciones y asistencia técnica, obtener certificaciones (ASE: 2;3;4;14;15;16,18) mientras que tanto KTW como ASA proponen gestionar acceso a créditos flexibles.

**Tabla 5.9.** Nudos críticos y acciones propuestas de intervención según criterio de productores KTW y ASA en la dimensión SE.

Nudos críticos	Problema	Grupos	Acciones propuestas
Falta de mercado, precios bajos en el mercado, temporalidad del producto.	PSE.1	KTW	ASE.1: Mejorar la organización con otras actividades complementarias más rentables como producción de ciclo corto y cultivos perennes como forestales, frutales, piscicultura, especies menores, agroturismo.
		ASA	ASE.2: Fomentar la calidad en la producción, esto mejorará las características de nuestro producto lo que daría oportunidad a mejorar la rentabilidad y nuevas oportunidades de mercado. ASE.3: Implementar un centro de acopio de comercialización comunitaria para mejorar los precios de los productos agrícolas. ASE.4: Regular de precios con intermediarios
Baja rentabilidad	PSE.9	KTW	ASE.5: Fortalecer la chakra porque mejora los sabores y aroma del cacao y hay más diversidad y otros beneficios por el agroturismo, seguridad alimentaria, leña, madera, medicinales. ASE.6: Disminuir los intermediarios. ASE.7: Empoderar a hombres, mujeres y jóvenes. ASE.8: Mayor acceso a créditos y asistencia técnica. ASE.9: Disponer de productos con valor agregado y precio justo, no solamente vender cacao en baba o seco sino con valor agregado. ASE.10: Acceder a mercados nacionales e internacionales para productos con valor agregado con nuevas oportunidades de comercialización además de contar con crédito de bajo interés. ASE.11: Capacitar en temas de mercado para vender más productos a mejor precio, lo que disminuiría la migración entre el campo y la ciudad, es decir si existe trabajo e ingresos no habría necesidad de buscar empleo en las ciudades. ASE.12: Fortalecer en temas de género. ASE.13: Fortalecer los negocios hacer un gremio o consorcio con el fin de posicionarnos en el mercado internacional, con certificaciones orgánicas de cacao nacional fino y de aroma, ya que actualmente la tendencia es perderse por la sustitución de otros cacaos trinitarios.
		ASA	ASE.14: Fortalecer la parte organizacional e investigación en la cadena de valor de productos. ASE.15: Fortalecer a las organizaciones con capacitaciones y asistencia técnica en: manejo, cosecha, postcosecha y comercialización. ASE.16: Obtener certificaciones para que los clientes puedan conocer las condiciones en las que se está produciendo y las características del producto.
Alto costo de la certificación orgánica.	PSE.8; 2	KTW	ASE.17: Gestionar mayor acceso a créditos y asistencia técnica.
Escasez de Capital y Crédito.		ASA	ASE.18. Gestionar créditos flexibles.

En la dimensión CO (**Tabla 5.10**), KTW mantiene su orientación al fortalecimiento interno como organizaciones, fomentando las dinámicas participativas a su interior y ampliar la calidad de la participación, incluyendo la capacitación de las mujeres, se apuesta por fortalecer procesos de desarrollo endógeno para cuidado y protección del medio ambiente apoyados por recursos y políticas públicas para el acceso a mercados internacionales que promuevan y permitan el empoderamiento de los productores, la investigación agroecológica de cacao, que impulsen la cultura, la gastronomía, la tradición de la organización y las oportunidades de mayor acceso a créditos productivos y asistencia técnica (ACO: 1;2;3;4;5;6;7;8). Por su parte, ASA se centran en nudos críticos relacionados con la necesidad de una mayor “profesionalización” de la gestión empresarial y la mejora del acceso al crédito propone fortalecer la organización en infraestructura y equipamiento, capacitar en accesos a mercados internacionales y políticas públicas enfocadas en toda

la cadena de valor, que además protejan la flora y la fauna para fortalecer el proceso comercial de los productos agrícolas para los mercados nacionales e internacionales y buscar un mercado estable, con regulación estricta y enfocados en la diferenciación de variedades, cosecha, postcosecha, trazabilidad, precios y control de balanza (ACO. 9;10;11;12;13;14;15).

**Tabla 5.10.** Nudos críticos y acciones propuestas de intervención según criterio de productores KTW y ASA en la dimensión CO.

Nudos críticos	Problemas	Grupos	Acciones propuestas
Falta fortalecer a las organizaciones apoyando en la construcción de propuestas de abajo hacia arriba, en base a demandas de todas las organizaciones de cacao.	PCO.3	KTW	ACO.1: Capacitar en temas de género. ACO.2: Capacitación en negocios y hacer un gremio o consorcio con el fin de posicionarnos en el mercado internacional, con cacao nacional fino y de aroma, ya que actualmente la tendencia es perderse por la sustitución de otros cacaos trinitarios. ACO.3: Generar políticas públicas para acceso a mercados internacionales, internet y telefonía que promuevan y permitan el empoderamiento de los productores.
Falta de empoderamiento de los productores en organizaciones y de mayor participación en las mismas.	PCO.8	KTW	ACO.4: Apoyar a la creación de una política de estado para la investigación agroecológica de cacao. ACO.5: Incentivar la participación cada vez más mayoritaria de los productores en la organización, los productores deben estar unidos para generar mayores ingresos que permitan solventar las necesidades de las comunidades. ACO.6: Fortalecer a las organizaciones con el empoderamiento de mujeres y jóvenes, buscar que todos los miembros de la comunidad participen en la producción y comercialización del cacao. ACO.7: Gestionar políticas públicas para impulsar la cultura, gastronomía y tradición de la organización. ACO.8: Promover que el estado incentive la participación de las organizaciones con oportunidades no sólo de mayor acceso a mercados internacionales que deriven en la generación de mayores ingresos, sino con mayor acceso a créditos productivos y asistencia técnica.
Existen experiencias negativas en organizaciones por la administración inadecuada de recursos financieros.	PCO.4	ASA	ACO.9: Fortalecer la organización de asociaciones para mejorar la producción, investigación, ACO.10: Infraestructura y equipamiento. ACO.11. Capacitar en accesos a mercados internacionales, se deberá incentivar la participación de los productores en las capacitaciones y diferentes talleres, tomar en cuenta la disponibilidad de tiempo entre hombres y mujeres.
La política interna está en función de la gestión interna a organizaciones públicas y privadas para acceder a beneficios de proyectos vigentes, pero de manera selectiva.	PCO.5	ASA	ACO.12: El Gobierno tiene que ejecutar un plan de trabajo enfocado en toda la cadena de valor, crear leyes que protejan la flora y la fauna, ya que esto podría mitigar o hacer frente a los efectos del cambio climático los cuales son nocivos para el cultivo y buscar agentes, empresas y exportadores en todo el mundo, creando una mesa de comercialización sólida con programas futuros.
Difícil acceso a mercados internacionales por mucha burocracia.	PCO.1	ASA	ACO.13: Mejorar políticas públicas integradas para fortalecer el proceso comercial de los productos agrícolas para los mercados nacionales e internacionales, creación de leyes que protejan a los ecosistemas, que tengan estatutos claros con presupuesto e inversión en todas las áreas agrícolas, con la participación de los productores. ACO.14: Armar redes de asociaciones y potencializar las áreas de la cadena de valor de los productos, regular los precios creando leyes que se enfoquen en la calidad, trazabilidad y control de intermediarios.
Falta una mesa de trabajo con Instituciones financieras.	PCO.2	ASA	ACO.15: Buscar un mercado estable, regulación estricta y enfocados en la diferenciación de variedades, cosecha, postcosecha, trazabilidad, precios y control de balanza,

#### 5.4. Discusión

En la dimensión TP se comprueba que las fincas manejadas en forma de SAF o chakra, con producciones diversificadas, son mayoritarias, lo cual genera un interesante punto de partida para avanzar en la dimensión ecológico-productiva de la transición

agroecológica en el territorio (Gliessman, 2007; Calle et al., 2013). Esta diversificación en términos de biodiversidad es un elemento clave desde una perspectiva agroecológica (FAO, 2019b; IPBES, 20022; Mendieta, 2018, Nieto, 2018; Gallar, 2018; Viteri, et. al., 2018; CTEA, 2021; IASSTD, 2009), promoviendo un mosaico ecológico y productivo que permita un aprovechamiento sostenible y que se adapte y mitigue el cambio climático (IPCC, 2023; IPBES, 2022). De hecho, el territorio, especialmente en KTW, está basado en la cultura y la memoria biocultural kiwcha de la chakra, lo que plantea una línea base agroecológica muy avanzada sostenida por la memoria biocultural (Toledo y Barrera, 2008; IPBES, 2022; Paredes et al., 2019). Respecto al manejo del cacao, especialmente KTW se encuentra en una fase avanzada de transición agroecológica puesto que ninguno de sus socios practica el manejo convencional, sino que más bien poseen un diseño del agroecosistema basado en procesos ecológicos, y desde sus asociaciones se promueve la agricultura orgánica y las prácticas de manejo agroecológicas (Gliessman, 2007; Calle et al., 2013, Perez-Neira et al., 2020a). Por su parte, ASA se encuentran en una fase más retrasada de transición agroecológica en la dimensión TP. En cualquier caso, atendiendo a las variedades de cacao y a las prácticas de fertilización y manejo de plagas, y su integración en SAF/chakras, el territorio tiene un alto potencial agroecológico (Nieto, 2018; Torres, et al., 2022; INIAP, 2021).

Sin embargo, la baja productividad de este manejo bajo sombra en SAF se presenta como un punto débil frente a los rendimientos del cacao en monocultivo intensivo, lo cual hace que este sea un elemento clave en el acompañamiento técnico para la transición agroecológica, algo que es compartido en diferentes territorios y diferentes cultivos y que requiere el desarrollo de estrategias específicas que mejoren las prácticas de manejo para aumentar la productividad y la diversidad (FAO, 2019a; Pimbert, 2018; Caicedo et al., 2021). De hecho, las propuestas de intervención en los talleres participativos abundan en esta cuestión y se plantea como una de las principales respuestas la implementación de estrategias de formación y capacitación en agroecología y agricultura orgánica tanto de productores como de técnicos para dar respuesta a la falta de conocimiento para adoptar nuevas tecnologías agroecológicas y para resolver daños de plagas y enfermedades. En este sentido, los procesos de formación técnica entre productores de estilo “Campesino a campesino” (Holt-Giménez, 2006; Rosset et al., 2019; López et al., 2021 ) son esenciales en la transición agroecológica puesto que suponen la base sobre la que pivotan el resto de estrategias y procesos de transición social agroecológica: procesos que han demostrado

su capacidad de empoderamiento individual y colectivo y su capacidad de extender la implementación de prácticas agroecológicas de una manera estable y duradera, al contrario que otros procesos basados en la implementación de proyectos puntuales (Rosset y Altieri, 2017; Giraldo y Rosset, 2022; Mier et al., 2018; FAO, 2018; Rosset et al., 2019; Rivera et al., 2021). Esta estrategia ha de complementarse y diseñarse de manera colectiva entre las organizaciones, los productores y los organismos técnicos correspondientes para dar respuesta a la falta de asistencia técnica y de capacitación señalada como nudo crítico.

Respecto a la dimensión SE, los bajos precios obtenidos por los productores son el elemento clave, aunque en este caso los productores orgánicos certificados logran obtener unos precios significativamente mayores que el resto. En todo caso, la cuestión de la rentabilidad queda sometida a un análisis más profundo de gastos, que muestra que las mayores productividades del modelo convencional vienen acompañadas de menores precios en el mercado y, sobre todo, por unos elevadísimos costes de producción. Por su parte, la producción orgánica certificada debe asumir como gasto el pago de 200\$/ha/año por el sello que les permite acceder a los mejores precios en el mercado. En todo caso, al igual que se comprueba en otros territorios y sectores, el modelo orgánico certificado posee una rentabilidad mucho mayor que el modelo convencional, muy intensivo en capital (y mucho peor ecológicamente) (Barrera et al., 2019; García et al., 2021). Por lo demás, el acceso a líneas de crédito flexibles y a bajo interés son señalados como elementos clave para la profesionalización de la actividad y el desarrollo de productos de mayor valor añadido (Anecacao, 2022). Igualmente, la mejora de la calidad del producto y la transformación en productos de alto valor añadido son señalados como elementos importantes para el logro de una mayor rentabilidad.

Otro elemento clave señalado en la dimensión SE es la necesidad de acceder al mercado a través de canales con menos intermediarios, más locales y más justos (FAO, 2018; Sevilla, 2012; ETC GROPU, 2022; Soler, 2013) en aras a lograr mejores precios evitando tanto el poder de los intermediarios como de las grandes corporaciones de distribución y transformación que dominan los precios y concentran los canales de distribución (Barrera et al., 2019; Gutiérrez et al., 2021). Este es un elemento clave en las estrategias de transición agroecológica que van más allá de la finca para apuntar a la transformación de los sistemas agroalimentarios hacia dinámicas más territorializadas y

sustentables, con un mayor protagonismo y beneficio por parte de los productores, y en la búsqueda de precios justos para todos los actores de la cadena de valor, de productos cada vez más ecológicos y de mayor calidad (Paredes et al.,2022; Torres et al.,2022; Soler, 2013).

Por otro lado, la diversificación ecológica-productiva se traduce también en un complemento económico y en una menor dependencia del mercado y una mayor autonomía (incluso alimentaria, para la salud, en forma de autoconsumo familiar) (Paredes et al., 2019; Caicedo et al., 2021). En este ámbito, la diversificación productiva remite a la cuestión de la seguridad y la soberanía alimentaria, y cómo estas estrategias campesinas pueden ser un motor de desarrollo rural sostenible (FAO, 2021; Gallar et al., 2016).

En cuanto al potencial agroecológico, en la dimensión personal señalada por Calle et al. (2013) los productores de KTW y ASA mayoritariamente se sienten contentos con su situación como productores de cacao, a pesar de los bajos rendimientos, la falta de horarios y la dureza del trabajo. Más aún, muy mayoritariamente hay predisposición a que sus hijos continúen con la actividad, lo cual es un indicador muy importante en esta dimensión personal (Vara y Gallar, 2014).

En la dimensión CO, se comprueba la importancia como herramienta colectiva de las organizaciones, tanto en lo comercial como en la vida comunitaria y en la incidencia política. En este sentido, el papel de las organizaciones de base es clave para los procesos de transición desde la perspectiva de la agroecología política incorporando procesos de formación política y fortalecimiento de las capacidades como actor político de las organizaciones de productores (Calle et al., 2013; González de Molina, M. 2013; González de Molina et al., 2021; Rosset y Altieri, 2017; Rosset et al.,2019, Gallar, 2018; Gliessman, S. 2016; Gliessman, S. 2019). A su vez, la incidencia política con las organizaciones como sujetos políticos que pugnan en la arena política del desarrollo rural y agrario de una región o Estado es una parte clave desde la perspectiva de la transición agroecológica. Las políticas públicas agroecológicas son parte fundamental en escalamiento de la agroecología (FAO, 2018; González de Molina, et al., 2021; González de Molina, M. 2013; Rosset y Altieri, 2017).

En lo cultural, especialmente KTW de matriz étnica kichwa, son sensibles a la protección del territorio y a hacer un uso sostenible del mismo; sin embargo, hay que tener en cuenta que los excesos de la agricultura intensiva y de los procesos de desposesión rural atraviesan ya estos territorios en los que el uso de productos químicos y la contaminación del agua son ya un problema. En todo caso, estos territorios cuentan con un alto potencial agroecológico gracias a la sensibilización y formación en torno a las ventajas de los SAF y de la agricultura orgánica.

Por último, desde una perspectiva de género, se comprueba, en igual medida que a nivel internacional, que las mujeres agricultoras siguen sin tener una posición de reconocimiento formal (FAO, 2019b; Siliprandi y Zuluaga, 2014; Morales, 2021). A pesar de trabajar en la producción y participar en alguna medida en la toma de decisiones sobre inversiones o cambios de cultivo, no poseen los títulos de propiedad de las fincas ni están dadas de alta en el seguro campesino y su participación en la toma de decisiones productivas dependen de la voluntad del esposo; y a la vez siguen soportando la doble jornada laboral puesto que las tareas de gestión de la casa y de crianza son mayoritariamente responsabilidad y trabajo realizado por las mujeres.

## **5.5. Conclusiones**

El territorio ocupado por las familias productoras de cacao que pertenecen a las organizaciones KTW y ASA tiene un alto potencial para ser protagonista de una estrategia agroecológica que permita mejorar las condiciones de vida de las familias y de sus comunidades, protegiendo y mejorando el estado del importante y frágil ecosistema de la Amazonía ecuatoriana.

El manejo realizado en forma de SAF y de chakras tradicionales kichwas, con una alta diversidad ecológica y productiva, es un elemento clave a proteger y reforzar, favoreciendo la biodiversidad, la diversificación productiva y la seguridad alimentaria. El cacao es un elemento central en estos agroecosistemas que, por su importancia económica para las familias y, por tanto, por su capacidad de transformación de los agroecosistemas, ha de ser atendido con especial cuidado para que sea el elemento pivotal en el que basar la estrategia agroecológica de la región. A pesar de que existe un alto porcentaje de familias que cultivan el cacao con manejo orgánico, agroecológico y tradicional, existe la amenaza de intensificación ante la baja productividad y los bajos rendimientos económicos. En este sentido, tal y como proponen las familias y las organizaciones de

productores, la implementación de procesos de capacitación en prácticas de manejo orgánicas/agroecológicas es un elemento clave para mejorar la productividad del cacao bajo sombra. Una estrategia en la que las organizaciones están implicadas pero que requieren del apoyo de instituciones de investigación y de un paraguas efectivo de una política nacional que apoye a la producción de cacao orgánico en SAF/chakras como parte de una estrategia de diversificación socioecológica.

En este sentido, la estrategia de escalamiento, tal y como se propone desde la perspectiva agroecológica ha de pasar por procesos de intercambio de saberes y diálogo entre productores, en procesos de estilo “Campesino a Campesino”. Por otro lado, en la lógica del escalamiento, se reconoce la demanda por parte de los productores y de sus organizaciones de una política nacional y regional que debe favorecer la producción de calidad, orgánica/agroecológica y que apueste decididamente por la intervención para la transformación de la cadena de valor y se logren canales de comercialización apropiados, con precios justos donde el beneficio repercuta efectivamente en los productores y en sus comunidades. Una estrategia de escalamiento vertical que pasa ineludiblemente por el fortalecimiento como actores políticos de las organizaciones de productores y de sus socios, que apuesten por una visión integral de la transición agroecológica para dar respuesta a los problemas de todas las dimensiones de la agroecología. Por último, insistir en la necesidad de incorporar un enfoque de género en estas estrategias de transición agroecológica en todas las dimensiones.

## CHAPTER VI: GENERAL CONCLUSIONS



ODS 16: Paz, justicia e instituciones sólidas.



ODS 17: Alianzas para lograr objetivos.

(ONU, 2023)

Agroforestry systems with cocoa are an alternative for the agroecological transition of family agriculture in Ecuador, because:

6.1. Agroecology is a means to improve the energy and economic metabolism of cocoa production.

Smallholders in the Ecuadorian Amazon produce cocoa mainly in low-intensity AFS where family labor is the main input, but these systems have low cocoa yields, which translate into low incomes. Despite low input costs and high energy efficiency, farmers earn modest margins, especially compared to conventional monocultures on the Ecuadorian coast, which have much lower economic efficiency due to high input costs, in addition to greater dependence on non-renewable energy and other environmental impacts.

The vast majority of farmers in these AFS sell bananas or cassava in local markets, generating additional income, but the main destination of the by-products is self-consumption and/or exchange in family/local networks; these cultural practices do not generate income, but they reduce expenses and contribute to the autonomy and food security of the communities where the producers are located. There is a part of food production (not quantified) that is not harvested and that could improve the food autonomy of producing families and their communities and/or be sold in alternative economic circuits to obtain a higher income per hectare.

The low dependence on external inputs and non-renewable energy found in our research means that the environmental impacts associated with Amazonian cocoa are lower than those found in previous studies. In AFS, energy labor productivity is significant, and high labor productivity/efficiency has positive synergies with food

security. An energy labor productivity greater than five implies that the production systems analyzed are capable of generating sufficient energy surpluses for a prolonged reproduction of work in energy terms, as is the case of Amazonian cocoa AFS, whose values were estimated between 14.7 and 20.4

Smallholder cocoa producers follow at least three different management styles. Each of these styles responds to a different logic of production organization and produces different economic and environmental results. The organic AFS management of clusters two and three (organic) - are the most energy efficient, have the lowest carbon footprint per kg of cocoa (and other environmental impacts), and achieve the highest economic efficiency and labor output. Agroecological agriculture could promote a technical-economic model capable of generating incomes comparable to, if not superior to, those of conventional monoculture. This potential lies in the confluence of two reasons: a) the higher ratio of net margin to income (economic efficiency) and b) the volatility of off-farm prices, which implies a constant increase in costs and a reduction in income. The effects of "peak oil" and the current energy crisis may exacerbate this trend, creating an urgent need to expand agroecological practices, which is why social movements for food sovereignty have proposed different strategies for expanding agroecology to accompany and facilitate processes that allow for a sustainable agrarian transition that also improves the income capacity of peasant families.

6.2. The organic management of agroforestry systems with cocoa reduces environmental impacts and damages.

The yields of the farms analyzed, both oAFS and cAFS, are higher than the average recorded in the Amazon, but still lower than the Ecuadorian average. From an environmental point of view, it is widely recognized that organic agriculture allows us to reduce dependence on oil, improves efficiency and reduces an important part of the impact per unit area, although these results are less conclusive per kg of product due to the difference in yields. The yield gap in favor of cAFS does not compensate for the environmental impact derived from the use of synthetic chemical fertilizers and pesticides; they also obtain results in the same direction, although the latter do not find significant differences for global warming potential, demand for accumulated energy, acidification and ozone depletion, for Ecuadorian cocoa.

The data show how Amazonian agroforestry systems have lower impacts than those obtained in other studies, highlighting the low intensity in the use of external inputs of these systems (even conventional ones). With respect to other subtropical crops, they also point to the importance of implementing organic practices to reduce greenhouse gas emissions and improve energy efficiency in bananas and coffee, respectively. Our data show how conventional cocoa in the Amazon generates higher incomes and is more profitable than organic cocoa. In both systems, most of the work in the chakra is done by the family unit, and only in rare cases is outside labor hired. Thus, farming families work to maintain integrated agrobiodiverse chakras where, in addition to cocoa and other food security crops, there are forest species, fruit trees, functional and medicinal plants, and other ecosystem functions (biodiversity, carbon sequestration, etc.).

The prices organic farmers receive are not high enough to compensate for the difference in yields. The generally low economic profitability of the crop (due to both production costs and low market prices) can be a strong incentive to abandon more sustainable management practices in favor of more profitable ones, especially monoculture. The pressure that producer families in the biodiverse management of the Chakra suffer due to the advance of monoculture, therefore, represents a serious threat to the protection and conservation of the territory, food security, biodiversity, and implies the increase of other environmental impacts that cannot be ignored by public authorities.

6.3. There is great agroecological potential of agroforestry systems with cocoa for the transition based on a participatory diagnosis of the technical-productive, socio-economic and cultural-organizational dimensions.

In the TP dimension, it is verified that the farms managed in the form of AFS or Chakra, with diversified productions, are the majority, which generates an interesting starting point to advance in the ecological-productive dimension of the agroecological transition in the territory. Diversification in terms of biodiversity is a key element from an agroecological perspective, promoting an ecological and productive mosaic that allows sustainable use and adapts to and mitigates climate change. The territory, especially in KTW, is based on the Kiwcha culture and the biocultural memory of the Chakra, which represents a very advanced and sustainable agroecological baseline. In terms of cocoa management, KTW in particular is in an advanced phase of agroecological transition, since none of its partners practices conventional management, but rather have an

agroecosystem design based on ecological processes, and agriculture is promoted by its associations. organic and agroecological management practices. For its part, ASA is in a more delayed phase of agroecological transition in the TP dimension. In any case, considering the cocoa varieties and the fertilization and pest control practices and their integration in the AFS/chakras, the territory has a high agroecological potential.

The low productivity of this shade management in AFS is presented as a weak point compared to the yields of cocoa in intensive monoculture, which makes it a key element in the technical support for agroecological transition, something that is shared in different areas and different crops and that requires the development of specific strategies to improve management practices to increase productivity and diversity. Proposals for intervention in participatory workshops on this issue abound, and the implementation of training strategies in agroecology and organic agriculture for both producers and technicians is proposed as one of the main responses to respond to the lack of knowledge to adopt new agroecological technologies and resolve damage from pests and diseases. The technical training processes among producers in the "farmer to peasant" style are essential in the agroecological transition, since they represent the basis on which the rest of the strategies and processes of agroecological social transition pivot: processes that have demonstrated their capacity for individual and collective empowerment and their ability to extend the implementation of agroecological practices in a stable and lasting way, unlike other processes based on the implementation of specific projects. This strategy needs to be complemented and designed collectively between organizations, producers and the corresponding technical organizations to respond to the lack of technical assistance and training, identified as a critical node.

Regarding the SE dimension, the low prices obtained by producers are the key element, although in this case certified organic producers manage to obtain significantly higher prices than the rest. Profitability is subject to a more detailed analysis of expenses, which shows that the higher productivity of the conventional model is accompanied by lower prices on the market and, above all, by very high production costs. Certified organic production has to consider as an expense the payment for the seal/certification that allows them to access the best prices on the market. In any case, as seen in other areas and sectors, the certified organic model has a much higher profitability than the conventional model, which is very capital intensive (and much worse ecologically). Access to flexible credit

lines and low interest rates are highlighted as key elements for professionalizing the activity and developing products with higher added value. Similarly, the improvement of product quality and its transformation into high value-added products are highlighted as important elements for achieving greater profitability.

The need to access the market through channels with fewer intermediaries, more local and fairer, in order to obtain better prices, avoiding both the power of intermediaries and large distribution and processing companies that dominate prices and concentrate distribution channels. Among the agroecological transition strategies that go beyond the farm, aiming at the transformation of agri-food systems towards a more territorialized and sustainable dynamic, with greater prominence and benefits for producers, and in the search for fair prices for all actors in the value chain, of increasingly ecological and higher quality products. Ecological-productive diversification also means economic complementarity and less dependence on the market and greater autonomy (including food, for health, in the form of family self-consumption). In this field, productive diversification refers to the issue of food security and sovereignty, and how these farmers' strategies can be a driver of sustainable rural development. In terms of agro-ecological potential, the majority are satisfied with their situation as cocoa producers, despite the low yields, lack of planning and hard work. In addition, the majority are willing to see their children continue the activity, which is a very important indicator in this personal dimension.

In the CO dimension, the importance of organizations as a collective tool is proven, both in commercial matters and in community life and political advocacy. In this sense, the role of grassroots organizations is key to transition processes from the perspective of political agroecology, involving processes of political formation and strengthening the capacities of producer organizations as political actors. Political advocacy with organizations as political subjects fighting in the political arena of rural and agricultural development of a region or state is a key part from the perspective of agroecological transition. Agroecological public policies are a fundamental part of scaling up agroecology. Culturally, the KTW of Kichwa ethnic origin are sensitive to the protection and sustainable use of the territory; however, it must be taken into account that the excesses of intensive agriculture and the processes of rural dispossession already cross these territories, where the use of chemical products and water pollution are already a

problem. In any case, these areas have a high agroecological potential thanks to awareness and training on the advantages of AFS and organic farming. From a gender perspective, it has been demonstrated, as it has been at the international level, that women farmers still do not have a position of formal recognition, even though they work in production and participate to a certain extent in decisions on investments or changes in crops; they do not have titles to the farms, nor are they registered with the farmers' insurance, and their participation in productive decisions depends on the will of the husband; at the same time, they continue to endure a double working day, since the tasks of managing the home and raising children are mostly the responsibility and work of women.

## REFERENCIAS

- Aguilar Villanueva, L. (1992). "El estudio de las políticas públicas". Colección de Antologías de Políticas Públicas. 1ª edición. México: Miguel Ángel Porrúa Grupo Editorial. <https://n9.cl/kfvful>
- Akrofi-Atitianti, F., Chinwe-Ifejika, S., Bockel, L., Asare, R. (2018). Evaluación de la agricultura climáticamente inteligente y sus determinantes de práctica en Ghana: un caso del sistema de producción de cacao. *Terreno* 7 (1): 30. <https://doi.org/10.3390/land7010030>.
- Altieri, M. A., & C. Nicholls. (2012). Agroecology scaling up for food sovereignty and resiliency. *Sustainable Agriculture Reviews* 11:1–29. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-5449-2\\_1](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-5449-2_1)
- Altieri, MA., Funes Monzote, F., Petersen, P. (2011). Sistemas agrícolas agroecológicamente eficientes para pequeños agricultores: contribuciones a la soberanía alimentaria. *Agronomía para el Desarrollo Sostenible* 32: 1-13. <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0065-6>
- Altieri, M. (1995). *Agroecology: the science of sustainable agriculture*. Westview Press, Boulder. <https://n9.cl/szw6o>
- Anecacao. (2022). Estadísticas de exportación de cacao. Online: <http://www.anecacao.com/index.php/es/estadisticas/estadisticas-actuales.html> (01/05/2022).
- Arizpe, N., Giampietro, M., & Ramos-Martin, J. (2015). Seguridad alimentaria y dependencia de combustibles fósiles: una comparación internacional del uso de energía fósil en la agricultura (1991-2003). *Critical Reviews in Plant Sciences* 30: 45-63. <https://doi.org/10.1080/07352689.2011.554352>
- Armengot, L., Beltran, M., Schneider, M., Simon, X., Pérez-Neira, D. (2021). Nexo alimento-energía-agua de diferentes sistemas de producción de cacao desde un enfoque de ACV. *Revista de Producción más Limpia* 304, 126941. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126941>.
- Armengot, L., Barbieri, P., Andres, C., Milz, J., Schneider, M. (2016). Los sistemas agroforestales de cacao tienen un mayor retorno de la mano de obra en comparación

con los monocultivos a pleno sol. *Agronomía para el Desarrollo Sostenible* 36, 70. <https://doi.org/10.1007/s13593-016-0406-6> .

Avadí, A. (2023). Evaluación ambiental de la cadena de valor del cacao ecuatoriano con ACV basado en estadísticas. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 1-21. <https://doi.org/10.1007/s11367-023-02142-4>

Avadí, A., Temple, L., Blockeel, J., Salgado, V., Molina, G., Andrade, D. (2021). Análisis de la cadena de valor del cacao en Ecuador, Reporte para la Unión Europea, DG - INTPA. Proyecto de Análisis de la Cadena de Valor para el Desarrollo (VCA4D CTR 2016/375-804). Informe para la Unión Europea, DG-INTPA. Proyecto de Análisis de la Cadena de Valor para el Desarrollo (VCA4D CTR 2016/375-804).

Awafo, EA., & Achaw-Owusu, P. (2022). Mapeo de energía y agua de la cadena de valor del cacao en Ghana. *Producción y Consumo Sostenible* 29, 341-356. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.10.027>.

Barrera, V. H., Escudero, L., Racines, M. R., García, C., Arévalo, J., Casanova, T., Domínguez, J. (2019). La cadena de valor del cacao y el bienestar de los productores en la provincia de Manabí-Ecuador. (INIAP libro técnico No 171) Arco Iris Producciones, Quito, Ecuador. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5377> (26-09-2022)

Basavalingaiah, K., Paramesh, V., Parajuli, R., Girisha, H. C., Shivaprasad, M., Vidyashree, V. G., Thoma, G., Hanumanthappa, M., Yogesh, G. S., Dhar Misra, S., Bhat, S., Irfan, M. M. and Rajanna, G. A. (2022). Energy flow and life cycle impact assessment of coffee-pepper production systems: An evaluation of conventional, integrated and organic farms in India. *Environmental Impact Assessment Review* 92: 106687.

Bianchi, F., Moreschi, L., Gallo, M., Vesce, E., Del Borghi, A. (2021). Análisis ambiental a lo largo de la cadena de suministro del chocolate negro, con leche y blanco: una comparación del ciclo de vida. *Revista internacional de evaluación del ciclo de vida* 26: 807-821. <https://doi.org/10.1007/s11367-020-01817-6> .

Boakye-Yiadom, KA, Duca, D., Foppa Pedretti, E., Ilari, A. (2021). Desempeño ambiental del chocolate producido en Ghana mediante la evaluación del ciclo de vida. *Sostenibilidad* 13, 6155. <https://doi.org/10.3390/su13116155>.

- Bonaudo, T., Burlamaqui A., Sabatier, R., Ryschawy, J., Bellon, S., Leger, F., Magda, D., Tichit, M. (2014). Agroecological principles for the redesign of integrated crop–livestock systems. *Europ. J. Agronomy* 57 (2014) 43–51. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2013.09.010>
- Borrel, C. (2022). La sindemia global de obesidad, desnutrición y cambio climático. <https://www.elperiodico.com/es/opinion/20190923/articulo-carne-borrell-la-sindemia-global-de-obesidad-desnutricion-y-cambio-climatico-7646820>
- Boulestreau, Y., Peyras, CL., Casagrande, M., Navarrete, M. (2022). Rastreado innovaciones acopladas que apoyan la protección agroecológica de cultivos vegetales para fomentar la transición sostenible de los sistemas agroalimentarios. *Sistemas Agrícolas* 196: 103354. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2021.103354>
- BCE. (2023). Banco Central del Ecuador. Boletines de prensa. <https://n9.cl/iwcqb>
- Brescia, S. (2017). *Fertile ground: Scaling agroecology from the ground up*. USA: Food First/Institute for Food and Development Policy. <https://n9.cl/4f3nqn>
- Caballero-Serrano, V., Onaindia, M., Alday, J., Caballero, D., Carrasco, J., McLarene, B., Amigo, J. (2016). Plant diversity and ecosystem services in Amazonian homegardens of Ecuador. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 225 (2016) 116–125. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2016.04.005>
- Caicedo, C., Pérez-Neira, D., Abad, J., Gallar, D. (2023). Agroecology as a means to improve energy metabolism and economic management in smallholder cocoa farmers in the Ecuadorian Amazon. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.08.005>
- Caicedo, C., Intriago, I., Sotomayor, A., Roca, S. (2022a). Agricultura sustentable: agrobiodiversidad, agrosilvicultura y agroecología. *Boletín Divulgativo No 451* <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5885> (02/02/2023).
- Caicedo, C., Pérez-Neira, D., Abad, J., Gallar, D. (2022b). Evaluación del impacto ambiental y desempeño económico de los sistemas agroforestales de cacao en la región amazónica ecuatoriana: un enfoque de ACV. *Ciencia del Medio Ambiente Total* 849 (254): 157795. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5871> .
- Caicedo-Vargas, C., Paredes-Andrade, N., Pico-Rosado, J., Congo-Yépez, C., Burbano-Cachiguango, A., Chanaluisa-Choloquina, A., Viera-Arroyo, W., (2021). *Especies*

con características funcionales y medicinales de la agrobiodiversidad de la Amazonia ecuatoriana. <https://doi.org/10.22579/20112629.709>.  
<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5822>

Calle, A., Gallar, D., & Candón, J. (2013). Agroecología política: la transición social hacia sistemas agroalimentarios sostenibles. *Revista De Economía Crítica*, 2(16), 244-277. <https://revistaeconomicritica.org/index.php/rec/article/view/333>

Carrero, V., Soriano, R., & Trinidad, A. (2012). Teoría fundamentada Grounded Theory. El desarrollo de la teoría desde la generalización conceptual. Cuadernos metodológicos. 37 2da edición revisada. <https://n9.cl/9689a>

Castañeda-Ccori, J., Bilhaut, A., Mazé, A., Fernández-Manjarrés, J. (2021). Unveiling Cacao Agroforestry Sustainability through the Socio-Ecological Systems Diagnostic Framework: The Case of Four Amazonian Rural Communities in Ecuador. *Sustainability* 2020, 12, 5934; doi:10.3390/su12155934

CEFA. (2022). Comité Europeo para la Formación y la Agricultura. Promovemos la autosuficiencia alimentaria y los derechos fundamentales. Ecuador. [Cacao – CEFA Ecuador](#). (17-11-2022)

CEPAL. (2021). Guía básica para la recolección y validación de los datos necesarios para calcular la Huella Ambiental del Café Verde según la norma europea. <https://n9.cl/4ne8r>

CICES. (2018). Towards a Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) for Integrated Environmental and Economic Accounting. <https://cices.eu/resources/>

CONFENIAE. (2023). La Confederación de Nacionalidades Indígenas de la Amazonía Ecuatoriana. <https://confeniae.net/>

Common, M., & Stagl, S. (2019). Introducción a la economía ecológica. ISBN:978-84-291-9440-1.533 p. <https://n9.cl/my20ls>

Constitución de la Republica del Ecuador. (2018). <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/09/.pdf>

- Coltro, L., & Karaski, T. (2019). Environmental indicators of banana production in Brazil: Cavendish and Prata varieties. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.258>
- Corporación Chakra. (2022). La Chakra Amazónica, un sistema agroforestal tradicional gestionado por comunidades indígenas en la provincia de Napo - Ecuador. <https://info.napo.gob.ec/wp-content/uploads/2022/08/ES-Chakra-Amazonica-SIPAM-Ecuador-06Julio22.pdf> (03-12-2023)
- Copena, D., Pérez-Neira, D., Macías, A., Simón, X. (2022). Bosque comunitario y setas: Iniciativas de acción colectiva en el medio rural de Galicia. *Revista de Política y Economía Forestal* 135, 102660. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2021.102660>
- Cuellar, M., & Calle, A. (2011). Can we find solutions with people? Participatory action research with small organic producers in Andalusia. doi: 10.1016/j.jrurstud.2011.08.004. *Journal of Rural Studies* 27 (2011) 372e383
- Climate-Data.org. (2022). Datos climáticos. En línea: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador-63/> (01/02/2023).
- Clune, S., Crossin, E. & Verghese, K. (2017). Systematic review of greenhouse gas emissions for different fresh food categories. *Journal of Cleaner Production* 140: 766e778.
- CTEA. (2021). Reglamento General a la Ley Orgánica para la Planificación Integral de la Circunscripción Territorial Especial Amazónica (Decreto No. 1264). (Quinto Suplemento del Registro Oficial 409, 12-III-2021). <https://n9.cl/kfher>
- Czucz, B; Arany, I; Potschin-Young; Bereczki, K; Kertész, M; De Martón, B; Aszalós, R; Haines-Young, R. (2018). Where concepts meet the real world: A systematic review of ecosystem service indicators and their clasification using CICES. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.11.018>
- Daly, H. (1998). *Economía, Ecología, Ética*. Fondo de Cultura Económica. México. 388 pp. <https://n9.cl/660qr>
- De Marco Larrauri, O., Pérez Neira, D., Soler Montiel, M. (2016). Una propuesta de indicadores para el análisis de las situaciones de equidad y empoderamiento de las mujeres campesinas en el marco de sostenibilidad: un estudio de caso de la

producción de cacao en el Ecuador. *Sostenibilidad* 8 (12): 12-31. <https://doi.org/10.3390/su8121231>

de Janvry, A. & E. Sadoulet. (2001): La inversión en el desarrollo rural es buen negocio, en R. Echeverría (comp.), *Desarrollo de las economías rurales en América Latina y el Caribe*, Washington, D.C., Banco Interamericano de Desarrollo (BID). [https://are.berkeley.edu/~esadoulet/papers/RIW\\_Appendix\\_B1.pdf](https://are.berkeley.edu/~esadoulet/papers/RIW_Appendix_B1.pdf)

DiCiccio, T.J., & Efron, B. (1996). Intervalos de confianza Bootstrap. *Ciencia Estadística*, 11: 189–228. <https://www.jstor.org/stable/2246110>

Díaz-Montenegro, J., Varela, E., & Gil, J. M. (2018). Livelihood strategies of cacao producers in Ecuador: Effects of national policies to support cacao farmers and specialty cacao landraces. *Journal of Rural Studies* 63:141-56. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2018.08.004>

Donovan, J., Blare, T., & Poole, N. (2017). Stuck in a rut: Emerging cocoa cooperatives in Peru and the factors that influence their performance. *Renewable Agriculture and Food System* 15 (2): 169e184. <https://doi.org/10.1080/14735903.2017.1286831>

Efron, B. (1987). Mejores intervalos de confianza Bootstrap. *Revista de la Asociación Estadounidense de Estadística* 82: 171-185. <http://dx.doi.org/10.1080/01621459.1987.10478410>

ESPAC. (2022). Encuesta de superficie y producción agrícola continua (ESPAC). En línea: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-superficie-y-produccion-agropecuaria-continua-bbd/> (12/02/2022).

ESPAC. (2018). Encuesta de superficie y producción agrícola continua (ESPAC). En línea: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-superficie-y-produccion-agropecuaria-continua-bbd/> (12/02/2022).

ETC-GROUP. (2022). Food Barons. Crisis profiteering, digitalization, and shifting power. [https://www.etcgroup.org/files/files/food-barons-2022-full\\_sectors-final\\_16\\_sept.pdf](https://www.etcgroup.org/files/files/food-barons-2022-full_sectors-final_16_sept.pdf)

FAO. (2021). Proyecto Agricultura Climáticamente Inteligente en cacao bajo sistema agroforestal en Ecuador – cacao climáticamente inteligente (CCI). <https://www.fao.org/ecuador/noticias/detail-events/en/c/1455184/> (17-11-2022).

- FAO. (2019a). TAPE Tool for Agroecology Performance Evaluation 2019 – Process of development and guidelines for application. Test version. Rome. <https://www.fao.org/documents/card/es/c/ca7407en/>
- FAO. (2019b). La FAO debe apoyar y tratar la agroecología como un paradigma alternativo. <https://n9.cl/iezb5>
- FAO. (2018). Los 10 elementos de la agroecología. Orientar la transición hacia sistemas alimentarios y agrícolas sostenibles. Roma, FAO. En línea: <https://www.fao.org/3/i9037en/i9037en.pdf> (02/03/2023).
- FAO. (2017). The Future of Food and Agriculture – Trends and Challenges. Rome, Italy
- Faostat. (2022). Estadísticas. En línea: <https://www.fao.org/statistics/es/> (25/07/2022).
- Fischer, R., Tamayo, F., Ojeda, T., Ferrer, R., DeDecker, M., Torres, B., Giessen, L., Günter, S. (2021). Interplay of governance elements and their effects on deforestation in tropical landscapes: Quantitative insights from Ecuador. *World Development* 148 (2021) 105665. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2021.105665>
- Fischer, M., & Haberl, H. (2000). El metabolismo socioeconómico. Ecosistemas humanos y biodiversidad. <https://www.jstor.org/stable/20743069>
- Ferguson, B., Maya, M., Giraldo, O., Mier y Terán Giménez-Gacho, M., Morales, H. (2019). Editorial de edición especial: ¿Qué entendemos por escalada agroecológica? <https://doi.org/10.1080/21683565.2019.163090>
- Foley, J., Defries, R., Asner, G., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S., Chapin, F., Coe, M., Daily, G., Gibbs, H., Helkowski, J., Holloway, T., Howard, E., Kucharik, C., Monfreda, Ch., Patz, J., Prentice, C., Ramankutty, N., Snyder, P. (2005) Consecuencias globales de la tierra usar. *Ciencia*, 309: 570-574. <https://doi.org/10.1126/science.1111772>
- Fouet, O., Loor Solorzano, R. G., Rhoné, B., Subía, C., Calderon, D., Fernández, F., Sotomayor, I., Rivallan, R., Colonges, K., Vignes, H., Angamarca, F., Yaguana, B., Costet, P., Argout, X., & Lanaud, C. (2022). Collection of native *Theobroma cacao* L. accessions from the Ecuadorian Amazon highlights a hotspot of cocoa diversity. *Plants, People, Planet*, 1–13. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10282>

- Funes-Monzote FR. (2009) Agricultura con futuro: la alternativa agro-ecologica para Cuba. Estación Experimental Indio Hatuey, Matanzas. <https://n9.cl/nj3au>
- Futemma, C. (2021). Agricultura orgánica, agroecología y agrosilvicultura: pequeños agricultores en Brasil. En: En: Arce Ibarra, M., Parra Vázquez, MR, Bello Baltazar, E., Gomes de Araujo, L., (eds). Regímenes Socioambientales y Visiones Locales. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-49767-5\\_20](https://doi.org/10.1007/978-3-030-49767-5_20)
- Franco, L., Nierdele, P., Sinclair, R., Estrada, N., Guéneau, S., Gitz, V., Alfa, A., Sabourin, E., Hainzalin, E. (2022). Políticas agroecológicamente conducentes. Una revisión de los avances recientes y los desafíos pendientes. Plataforma de Asociación Transformadora sobre Agroecología (groecology TPP). <http://dx.doi.org/10.17528/cifor-icraf/008593>
- GADPN. (2017). Ordenanza para declarar el Chakra Kichwa como un sistema sostenible que promueve la producción, investigación y comercialización de alimentos agroecológicos en la provincia de Napo. Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Napo, (GADPN). <https://info.napo.gob.ec/wp-content/uploads/2022/06/ordenanzaChakraKichwaNapo.pdf> (01-02-2023)
- Gallar, D. (2018). Agroecología: Estrategias para la Sustentabilidad Socioambiental. Primer Congreso Internacional "Alternativas Tecnológicas para la Producción Agropecuaria Sostenible en la Amazonía ecuatoriana. 21-23 noviembre. Instituto de Sociología y Estudios Campesinos (ISEC) Universidad de Córdoba – España. pp. 8-17. ISBN: 987-9942-35—604-8.
- Gallar, D., Vara, I., Rivera, M., Calle, A. (2016). “Soberanía alimentaria para el derecho a la alimentación adecuada y el desarrollo rural sostenible” en Astudillo, José y Villasante, Tomás (comp.), Participación social con metodologías alternativas desde el Sur, Abya Yala-Universidad de Cuenca, Ecuador. Pp. 211-230. ISBN 978-9942-09-338-7 Disponible en: <https://n9.cl/nnplo>
- Ganuzá, E. (2010). La Democracia en acción. Una visión desde las metodologías participativas. Antígona. España. 251 p. <https://n9.cl/2dl1p>
- Garcés, S. (2011). Bienestar y sustentabilidad en el medio rural. Herramientas y debates para una agricultura sustentable. Tesis de Maestría en Ciencias Sociales, mención

- Estudios Socioambientales. Primera edición. ISBN. FLACSO. Quito, Ecuador.  
<https://n9.cl/d98ae> (24-09-2022)
- García-Briones, A; Pico-Pico, B; Jaimez, R. (2021). La cadena de producción del cacao en Ecuador: Resiliencia en los diferentes actores de la producción. *Novasinergia*,4(2),152.172. <https://doi.org/10.37135/ns.01.08.10>
- Gestión Ambiental. (2017). Análisis del ciclo de vida. <https://n9.cl/wguob>
- Giraldo, OP., & Rosset, R. (2022). Agroecologías emancipatorias: principios sociales y políticos. *El Diario de Estudios Campesinos*.  
[https://www.researchgate.net/publication/364319184\\_Multitudes\\_Agroecologicas](https://www.researchgate.net/publication/364319184_Multitudes_Agroecologicas)  
. (09-03-2023)
- Guinee, J. (2002). Handbook on Life Cycle Assessment. Operational Guide to the ISO Standards. Springer Science & Business Media, p. 692.
- GIZ. (2022). Cooperación Técnica Alemana-GIZ-Ecuador. [Factsheet GIZ ES Ecuador.pdf](#) (17-11-2022)
- Ghisellini, P., Setti, M., & Ulgiati, S. (2016). Energía y uso de la tierra en la agricultura mundial: una aplicación de la energía del ciclo de vida y el análisis de conglomerados. *Medio Ambiente Desarrollo y Sostenibilidad* 18:799-837.  
<https://doi.org/10.1007/s10668-015-9678-2>
- Gliessman, S. (2019). Scaling agroecology through policy change. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 43 (4): 361-361.  
<https://doi.org/10.1080/21683565.2019.1578468>
- Gliessman, S. (2016). Transforming food systems with agroecology. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 40 (3), 187–189. <https://doi.org/10.1080/21683565.2015.1130765>
- Gliessman, S.R. (2014). Agroecology. *The Ecology of Sustainable Food Systems*, Third Edition. CRC Press, Boca Raton. pp. 384. <https://doi.org/10.1201/b17881>
- Gliessman, S., Rosado, F., Guadarrama, C., Jedlicka, J., Cohn, A., Mendez, V., Cohen, R., Trujillo, L., Baco, C., Jaffe, R. (2007). Agroecología: promoviendo una transición

hacia la sostenibilidad Ecosistemas 16 (1): 13-23. Enero.  
<http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=459>

Gliessman, S. (1998). Agroecology: ecological process in sustainable agriculture. Ann Arbor Press, Michigan. <https://n9.cl/4wntn>

González de Molina, M., Petersen, P., Garrido, F., Caporal, R. (2021). Introducción a la Agroecología Política. Serie Ambiente, Cambio Climático y Sociedad. CLACSO. ISBN 978-987-813-035-4. [www.clacso.org](http://www.clacso.org). <https://n9.cl/63quc>

González de Molina, M. (2013). Agroecología y política. ¿Cómo conseguir la sostenibilidad? Sobre la necesidad de una agroecología política. Agroecología y Sistemas Alimentarios Sostenibles 37 (1): 45-59.  
<https://doi.org/10.1080/10440046.2012.705810>

González de Molina, M. (2011). Introducción a la Agroecología. Cuadernos SEAE. Serie: Agroecología y Ecología Agraria. ISBN: 978-84-615-0214-1.  
<https://agroecologia.net/producto/introduccion-a-la-agroecologia/>. (25-09-2022)

Gonsalves, J. F. (2001). Going to scale: What we have garnered from recent workshops. LEISA Magazine. <http://www.agriculturesnetwork.org/library/63894>

Gordillo, G. (2004). Seguridad Alimentaria y Agricultura familiar. CEPAL.  
<https://hdl.handle.net/11362/10965>

Graglia, J. (2012). En la búsqueda del bien común. Manual de políticas públicas. 1ª edición. Buenos Aires: Konrad Adenauer Stiftung – ACEP. <https://n9.cl/kjchw>

Griffon, M. (1997). Elementos de prospectiva tecnológica para una “Revolución Doblemente Verde”. <http://repiica.iica.int/docs/B1732e/B1732e.pdf>

Gutierrez, P., Mirón, V., Rodríguez, O., Barragan, B. (2021). Chapter 13 - Cocoa: Beyond chocolate, a promising material for potential value-added products. Valorization of Agri-Food Wastes and By-Products Recent Trends, Innovations and Sustainability Challenges 2021, Pages 267-288. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824044-1.00038-6>

Guzmán, G., & González de Molina, M. (2015) Energy Efficiency in Agrarian Systems from an Agroecological Perspective, Agroecology and Sustainable Food Systems, 39:8, 924-952, DOI: [10.1080/21683565.2015.1053587](https://doi.org/10.1080/21683565.2015.1053587)

- Gray, C., & Bilsborrew, R. (2020). Estabilidad y cambio en el uso de la tierra indígena en la Amazonía ecuatoriana. *Cambio Ambiental Global* 63: 102116. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102116>
- GRUPO CHAKRA. (2020). Manual del Sistema Participativo de Garantías de la Chakra Kichwa Amazónica que rige en la zona baja de la provincia de Napo. 63 p. [https://cacaoamazonico.org.ec/wp-content/uploads/2021/01/Manual-SPG-sello-chakra\\_aprobado-grupo-nucleo-15.06.2020.pdf](https://cacaoamazonico.org.ec/wp-content/uploads/2021/01/Manual-SPG-sello-chakra_aprobado-grupo-nucleo-15.06.2020.pdf). (19-11-2022)
- Hair Jr, J., Anderson, R., Tatham, R., & Black, W. (1998). *Multivariate Data Analysis* (5th ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall. DOI: [10.4236/oalib.1107821](https://doi.org/10.4236/oalib.1107821)
- Hart, R. (1985). *Conceptos básicos sobre Agroecosistemas*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Costa Rica. 158 p. <https://n9.cl/i6dqp>
- Hauwermeiren, S. (1999) *Manual de Economía Ecológica*. Ediciones Abya-Yala. Quito, Ecuador. 265 pp. <https://n9.cl/jgviz>
- Heredia, RM., Villegas, G., Torres, B., Alemán, R., Barreto, D., Bravo, C., Cayambe, J., Ramos, N., Díaz-Ambrona, C. (2021). Hacia la Sostenibilidad de los Sistemas Agroforestales Tradicionales Kichwa: Caso Reserva de la Biosfera Sumaco, Amazonia. *Procedimientos* 68. <https://sciforum.net/manuscripts/9733/manuscript.pdf> (09-03-2023)
- Heredia, M., Torres, B., Guerrero, E., Gallardo, D., Núñez, M., Alemán, R., Cayambe, J., Díaz-Ambrona, C. (2020). Evaluación de la sostenibilidad de sistemas productivos de la franja de diversidad y vida: reserva de biosfera Yasuni, Amazonía. <https://doi.org/10.26621/XVI22.2020.06.A01.PUCESI.2550.6684>
- Hernández, R. (2010). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill. Sexta edición. México. 634 p. <https://dspace.scz.ucb.edu.bo/dspace/bitstream/123456789/21401/1/11699.pdf>
- Huera-Lucero, T., Labrador-Moreno, J., Blanco-Salas, J., Ruiz-Téllez, T. (2020). Un marco para incorporar indicadores biológicos de calidad del suelo en la evaluación de la sostenibilidad de los territorios en la Amazonía ecuatoriana. *Sostenibilidad* 12: 3007. <https://doi.org/10.3390/su12073007>

- Hollander, M., & Wolfe, D. (1973). Nonparametric Statistical Methods. <https://acortar.link/p5qJGQ>
- Holt-Giménez, E. (2006). Campesino a Campesino: Voces del movimiento campesino a campesino de América Latina por la agricultura sostenible. Oakland: Alimentos Primero Libros. [file:///C:/Users/DELL/Downloads/Campesino\\_a\\_Campesino.pdf](file:///C:/Users/DELL/Downloads/Campesino_a_Campesino.pdf)
- IASSTD. (2009). La Agricultura en una encrucijada. Informe Mundial. <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/8590>
- IEA. (2022). World Energy Outlook. Available online: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021> (09/09/2022)
- Ibrahim, M., Chacón, M., Cuartas, C., Naranjo, J., Ponce, G., Vega, P., Casasola, F., Rojas, J. (2007). Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa arbórea en sistemas de usos de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. Agroforestería en las Américas, 45: 27-36.
- INDAP. (2018). Manual de transición agroecológica para la agricultura familiar campesina. Instituto de Desarrollo Agropecuario INDAP-FAO. Serie manuales y cursos No 12. <https://www.redinnovagro.in/pdfs/manual-transici%C3%B3n-agroecologica-afc.pdf>
- INEC. (2023). Censo del Ecuador, 2022. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/>
- INIAP. (2021). Informe Anual 2021. Estación Experimental Central de la Amazonía. Joya de los Sachas, Orellana. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5940> . (02/02/2023).
- INIAP. (2020). Informe anual 2020. Estación Experimental Central de la Amazonía. Joya de los Sachas, Orellana (2020). Online: <https://www.inap.gob.es/>, Accessed 4th Apr 2022. [Google Scholar](#)
- IPBES. (2022). Reporte global de evaluación sobre biodiversidad y servicios ecosistémicos. <https://www.ipbes.net/global-assessment>
- IPCC. (2023). Informe de síntesis del AR6. Cambio Climático. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>

- IPCC (2003). Good Practice Guidance for Land Use, Special Report: Land-Use Change and Forestry. S. N. T.
- Iriarte, A., Almeida, M. G & Villalobos, P. (2014). Carbon footprint of premium quality export bananas: Case study in Ecuador, the world's largest exporter. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2013.11.072](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.11.072)
- IIRR. (2000). Going to scale: Can we bring more benefits to more people more quickly? Conference highlights, Philippines: International Institute of Rural Reconstruction IIRR, April 10–1 . <https://n9.cl/f2ou4>
- ISECOECO. (2023). Sociedad Internacional de Economía Ecológica. <https://www.isecoeco.org>
- ISO. (2006). Principios y marco de la evaluación del ciclo de vida de la gestión ambiental. Organización Internacional de Normalización, Ginebra ISO 14040. [http://refhub.elsevier.com/S0048-9697\(22\)04894-X/rt202208020632555670](http://refhub.elsevier.com/S0048-9697(22)04894-X/rt202208020632555670) (12/12/2022)
- ISO 9000. (2005). Sistemas de gestión de calidad. Fundamentos vocabulario. <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:9000:ed-3:v1:en>
- ISO 14001. (2004). Sistemas de gestión Ambiental. Requisitos para su uso. <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14001:ed-2:v1:en>
- Jacobi, J., Schneider, M., Pillco Mariscal, M., Huber, S., Weidmann, S., Bottazzi, P., Rist, S. (2015). Resiliencia agrícola en sistemas de cultivo de cacao orgánico y no orgánico en Alto Beni, Bolivia. Sistema Alimentario Agroecológico y Sostenible 39: 798-823. <https://doi.org/10.1017/S174217051300029X>
- Jadan, O., Torres, B., & Günter, S. (2012). Influencia del uso del suelo en el almacenamiento de carbono en sistemas productivos y bosque primario en Napo, Reserva de la Biosfera Sumaco, Ecuador. Revista Amazónica de Ciencia y Tecnología 1 (3): 173-186. <https://www.uea.edu.ec/revistas/index.php/racyt/issue/view/4> . (02-01-2023)
- Jaibumrung, K., Nilsalab, P., Gheewala, S, Musikavong, C. (2023). Huella ecológica, huella de escasez de agua y análisis de la relación costo-beneficio para la

producción sostenible de arroz en Tailandia. *Producción y consumo sostenibles* 39, 79–92. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.04.019>

Jianbo, L. (2006). Balance energético y beneficios económicos de dos sistemas agroforestales en el norte y el sur de China. *Agricultura, Ecosistemas y Medio Ambiente* 116:255-262. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.02.015>

Kassambara, A. (2017). Guía práctica para el análisis de clústeres en R. Aprendizaje automático no supervisado. STHDA. [https://rpubs.com/Joaquin\\_AR/310338](https://rpubs.com/Joaquin_AR/310338)

Kovacic, Z., & Viteri, O. (2017). The lose-lose predicament of deforestation through subsistence farming: Unpacking agricultural expansion in the Ecuadorian Amazon. *Journal of Rural Studies* 51 (2017) 105e-114. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.02.002>

Lahera, E. (1999). Introducción a las Políticas Públicas. CEPAL. <https://hdl.handle.net/11362/31352>

Larrea, A., Rafael, B., Baroja, C., Larrea, C., Daniele, C., Batker, D., Romo Vallejo, D., Carrión Sánchez, D., Cuesta Camacho, F., Luna, I., Rival, L., Flores, L., Arroyo, L., Melo Cevallos, M., De Marchi, M., Kocian, M., Peck, M., Belmont Guerrón, P., Latorre, S., Briceño, T. (2017). ¿Está agotado el período petrolero en Ecuador? Quito, Ecuador: Corporación Ediciones La Tierra. Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador: ISBN 978-9978-19-787-5. <https://n9.cl/t7mzo>

La Via Campesina. (2023). Frente a las crisis globales, construimos Soberanía Alimentaria para asegurar un futuro a la humanidad. <https://viacampesina.org/es/>

Le Coq, JF, Sabourin, E., Bonin, M., Freguin-Gresh, S., Marzin, J., Niederle, P. Patrouilleau, MM, Vásquez, L. (2020). Políticas públicas de apoyo a la agroecología en América Latina: Lecciones y perspectivas. *Revista Global de Ecología* 5 (1): 129-138. <https://doi.org/10.17352/gje.000032>

Lewandrowski, J., Kim, CS, Aillery, M. (2014). Secuestro de carbono a través de la forestación bajo incertidumbre. *Política y Economía Forestal* 38, 90-96. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2013.06.014>

Liu, Q., Sun, X., Wu, W., Liu, Z., Fang, G., Yang, P. (2022). Agroecosystem services: A review of concepts, indicators, assessment methods and future research perspectives. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109218>

- LOASFAS. (2020). Reglamento de la Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura Sustentable. Tercer suplemento del Registro Oficial N.º 194, 30 de abril 2020. Normativa vigente, última reforma: Decreto 1011. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu200111.pdf>
- LOASFAS. (2017). Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura Sustentable. Decreto N.º 1011. Registro Oficial Suplemento 10 de 8 junio 2017. <https://www.fao.org/faolex/results/details/fr/c/LEX-FAOC168628/>
- López, M., Jaimez, R., & Orozco, L. (2021). Guía 1. Cadmio en el cultivo de cacao. Caja de herramientas para la prevención y mitigación de la contaminación de cadmio en la cadena de cacao. <https://n9.cl/sia9d>
- Lopez-García, D., Cuéllar-Padilla, M., Azevedo Olival, A., Laranjeira, N., Méndez, E., Peredo, S., Barbosa, C., Barrera, C., Caswell, M., Cohen, R., Correro-Humanes, A., García-García, V., Gliessman, S., Pomar-León, A., Sastre-Morato, A., Tendero-Acín, G. (2021). Building agroecology with people. Challenges of participatory methods to deepen on the agroecological transition in different contexts. *Journal of Rural Studies* 83 (2021) 257–267. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.02.003>
- MAG. (2022). Sistema de Información Pública Agropecuaria, 2021. <https://www.agricultura.gob.ec/>. <http://sipa.agricultura.gob.ec/>. (09-11-2022)
- MAG. (2018). Política Pública el Plan de Mejora Competitiva para el Desarrollo Agroindustrial de la Cadena Cacao-Chocolate. Ecuador eleva a Política Pública el Plan de Mejora Competitiva para Desarrollo Agroindustrial de la Cadena de Cacao-Chocolate. REVISTA. Secretaría General de Comunicación de la Presidencia (comunicacion.gob.ec). <https://n9.cl/4t2ct>. (17-01-2023)
- Mann, H., & Whitney, D., (1947). On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. *The Annals of Mathematical Statistics* 18(1): 50–60. Environmental impacts of organic and conventional agricultural products. Are the differences captured by life cycle assessment? *Journal of Environmental Management* 149: 193–208. <https://doi.org/10.1214/aoms/1177730491>
- Marco, I., Padró, M., & Tello, E. (2020). Trabajo, naturaleza y explotación: Metabolismo social y desigualdad en una comunidad agraria de la Cataluña de mediados del siglo XIX. *Revista de Cambio Agrario* 20: 408-436. <https://doi.org/10.1111/joac.12359>

- Mead, D.J. (2004). Agroforestry. Forests and Forest Plants Vol 1. EOLSS Publishers, Oxford UK, pp. 324–355 Encyclopedia of life science systems. <https://www.eolss.net/Sample-Chapters/C10/E5-03-01-11.pdf>
- Meier, M., Stoessel, F., Jungbluth, N., Juraske, R., Schader, C. & Stolze, M. (2015). Environmental impacts of organic and conventional agricultural products--are the differences captured by life cycle assessment? DOI: [10.1016/j.jenvman.2014.10.006](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.10.006)
- Mendieta, C. (2018). La Agroecología en la Amazonia, Retos y Oportunidades. Primer Congreso Internacional "Alternativas Tecnológicas para la Producción Agropecuaria Sostenible en la Amazonía ecuatoriana. 26-35 noviembre. Fundación Heifer Ecuador. pp. 26-35. ISBN: 987-9942-35—604-8
- Miah, J., Griffiths, A., McNeill, R., Halvorson, S., Schenker, U., Espinoza-Orias, N., Morse, S., Yang, A., Sadhukhan, J. (2018). Ambiental gestión de productos de confitería: impactos del ciclo de vida y estrategias de mejora. Revista de Producción más Limpia 177: 732-751. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.073> .
- Mier, O., Terán, M., Giraldo, O., Aldasoro, M., Morales, H., Ferguson, B., Rosset, P., Khadse, M., Campos, A. (2018). Bringing agroecology to escala: keys drivers and emblematic cases. Agroecology and Sustainable Food Systems 42 (6):637-65. <https://doi.org/10.1080/21683565.2018.1443313>
- Morales H. (2021). Feminismo agroecológico. Agroecológico. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21683565.2021.1927544>
- Muner, L., Maser, O., Fornazier, M., Souza, C., De Loreto, M. (2015). Sostenibilidad energética de tres sistemas de cultivo de café arábica utilizados por unidades agrícolas familiares en el estado de Espírito Santo. Ingeniería Agrícola 35 (3): 397-405. <https://doi.org/10.1590/1809-4430-2015> .
- Naredo, J. (1992). Fundamentos de la Economía ecológica. Ponencia presentada al IV Congreso Nacional de Economía, Desarrollo y Medio Ambiente. Sevilla,12/92. <https://n9.cl/ri29r>
- Nicholls, C., & Altieri, M. (2018). Caminos para la amplificación de la agroecología. Agroecología y Sistemas Alimentarios Sostenibles 42 (10): 1170-1192. <https://doi.org/10.1080/21683565.2018.1499578>

- Niether, W., Jacobi, J., Blaser, W., Andres, C., Armengot, L. (2020). Sistemas agroforestales de cacao versus monocultivos: un metanálisis multidimensional. *Boletines de investigación ambiental* 15 (10): 104085. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abb053> .
- Nieto, C. & Caicedo, C. (2012). Análisis reflexivo para el desarrollo sostenible de la Amazonía ecuatoriana. INIAP. Estación Experimental Central de la Amazonía. 24 p. (Publicación Miscelánea N.º 405). 06/06/2022). <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3791>. [Google Scholar](#).
- Nieto, C. (2018). Agroecología, Desafíos y Oportunidades en Ecuador. Primer Congreso Internacional "Alternativas Tecnológicas para la Producción Agropecuaria Sostenible en la Amazonía ecuatoriana. 21-23 noviembre. Profesor investigador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Central del Ecuador. pp. 18-25. ISBN: 987-9942-35—604-8
- Notarnicola, B., Sala, S., Anton, A., McLaren, S. J., Saouter, E., & Sonesson, U. (2017). The role of life cycle assessment in supporting sustainable agri-food systems: A review of the challenges. *Journal of Cleaner Production* 140: 399e409. DOI: [10.1016/j.jclepro.2016.06.071](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.071)
- Ntawuruhunga, D., Ngowi, EE, Mangi, HO, Salanga, RJ, Shikuku, JM. (2023). Sistemas y prácticas agroforestales climáticamente inteligentes: una revisión sistemática de lo que funciona, lo que no funciona y por qué. *Política y economía forestal* 150, 102937. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2023.102937>.
- ONU. (2023). Objetivos del Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/es/>
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *Int. J. Morphol.* vol.35 no.1 Temuco mar. 2017. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>.
- Oszlak, O., & O'Donnell, G. (1981). Estado y políticas estatales en América Latina: hacia una estrategia de investigación. Buenos Aires: Centro de Estudios de Estado y Sociedad (CEDES). <https://n9.cl/vxj0c>
- Padró, R., Marco, I., Font, C., Tello, E. (2019). Más allá de Chayanov: un análisis reproductivo agrícola agroecológico sostenible de las unidades domésticas

campesinas y las comunidades rurales (Sentmenat; Cataluña, 1860). *Economía ecológica* 160: 227-239. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.02.009>

Pan, W., Walsh, S., Bilsborrow, R., Frizzelle, R., Erlien, C., Baquero, F. (2004). Farm-level models of spatial patterns of land use and land cover dynamics in the Ecuadorian Amazon. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 101 (2004) 117–134. doi: 10.1016/j.agee.2003.09.022

Paredes, N., Monteros, A., Lima, L., Caicedo, C., Bastidas, S., Tinoco, L., Fernández, F., Vargas, Y., Pico, J., Subía, C., Burbano, A., Chanaluiza, A., Sotomayor, D., Díaz, A., Intriago, J., Chancosa, C., Andrade, A., Enríquez, G. (2022). Manual de cultivo sostenible del cacao para la amazonía ecuatoriana. 1ra ed. 2022. Manual No. 125. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5833> (03/02/2023).

Paredes, N., Monteros, A., Pico, J., Caicedo, C., Lima, L., Chimbo, P. (2019). Biodiversidad de especies asociadas a sistemas de producción de cacao (*Theobroma cacao*). I Simposio Internacional “Innovaciones tecnológicas para fortalecer la cadena del cacao en la Amazonía ecuatoriana”. INIAP - EECA, Orellana, Ecuador. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5561> (03/02/2023).

Parmentier, S. (2014). Scaling-up agroecological approaches: What, why and how?. Oxfam-Solidarity, Belgium. <https://n9.cl/7m0k3>

Parra-Paitan, C., & Verburg, P. (2022). Contabilización de los cambios en el uso de la tierra más allá del nivel de la finca en las evaluaciones de sostenibilidad: el impacto de la producción de cacao. *Ciencia del Medio Ambiente Total* 825: 154032. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154032>.

Pearce-Higgins, J., Antao, L., Bates, R., Bowgen, K., Bradshaw, C., Duffield, S., Ffoulkes, C., Franco, A., Geschke, J., Gregory, R., Harley, M., Hodgson, J., Jenkins, R., Kapos, V., Maltby, K., Watts, O., Willis, S., Morecroft, M. (2022). A framework for climate change adaptation indicators for the natural environment. *Ecological Indicators* 136 (2022) 108690.

Pérez-Neira, D., Shneirder, M., Esche, L., Armengot, L. (2023). Sostenibilidad de la seguridad alimentaria en diferentes sistemas de producción de cacao: un enfoque a largo plazo del nexo entre la tierra, el trabajo, la energía y la calidad de los

alimentos. *Revista de Recursos, Conservación y Reciclaje* 190: 106874.  
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.106874>

Pérez-Neira, D., Copena, D., Armengot, L. & Simón, X. (2020). Crop-diversification and organic management increase the energy efficiency of cacao plantations. *Agricultural Systems* 177: 102711. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102711>

Pérez-Neira, D. (2016a). Sostenibilidad energética de la exportación de cacao ecuatoriano y su contribución al cambio climático. Un estudio de caso a través de la evaluación del ciclo de vida del producto. *Revista de Producción más Limpia* 112: 2560-2568.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.11.003> .

Pérez-Neira, D. (2016b). Eficiencia energética de la agrosilvicultura cacaotera bajo manejo tradicional y orgánico. *Agronomía para el Desarrollo Sostenible* 36, 49.  
<https://doi.org/10.1007/s13593-016-0386-6> .

Pichón, F. (1997). Settler Households and Land-Use Patterns in the Amazon Frontier: Farm-Level Evidence from Ecuador. *World Development*, Vol. 25, No. 1, pp. 67-91, 1997. SO305750X (96)00091-5

Pimber, P. (2018). Soberanía Alimentaria, Agroecología y Diversidad Biocultural. Construir y cuestionar el conocimiento. <https://www.routledge.com/Food-Sovereignty-Agroecology-and-Biocultural-Diversity-Constructing-and/Pimbert/p/book/9781138955363>

Pino, S., Quinde, V., Guamán, V., Rodríguez, H. (2013). Diagnóstico Agro socioeconómico en zonas cafetaleras y cocoateras del Ecuador. Instituto de Investigaciones de Economía Agraria y Desarrollo Rural (INEAR) y Universidad Agraria del Ecuador.

Pinzón, I., & Ramírez, L. (2021). Eco-efficiency of the models of agricultural production of hard corn and its influence on climate change in shushufindi ecuador. *La Granja: revista Ciencias de la Vida.Abya Yala*. pISSN:1390-3799; eISSN:1390-8596.  
<http://doi.org/10.17163/lgr.n33.2021.07>

Purnomo, H., Kusumadewi, S., Ilham, Q., Puspitaloka, D., Hayati, D., Sanjaya, M., Okarda, B., Dewi, S., Dermawan, A., Brady, M. (2021). A modelo de economía política para reducir los incendios y mejorar los medios de vida en las tierras bajas

de Indonesia. *Política y economía forestal* 130, 102533.  
<https://doi.org/10.1016/j.forpol.2021.102533>

Prabhu, R., Barrios, E., Bayala, J., Diby, L., Donovan, J., Gyau, A., Graudal, L., Jamnadass, R., Kahia, J., Kehlenbeck, K., Kindt, R., Kouame, C., McMullin, S., van Noordwijk, M., Shepherd, K., Sinclair, F., Vaast, P., Vågen, T. G., & Xu, J. (2015). Agroforestry: Realising the promise of an agroecological approach. In *Agroecology for food security and nutrition: Proceedings of the FAO International Symposium* (pp. 201-224). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/3/a-i4729e.pdf>

Ranaboldo, C., & C. Venegas. (2007). Escalonando la agroecología. Procesos y aprendizajes de cuatro experiencias en Chile, Cuba, Honduras y Perú. Canadá: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC) and Plaza y Valdés, S.A. de C.V. <https://n9.cl/o4x3s>

Recanati, F., Marveggio, D., & Dotelli, G. (2018). Del frijol a la barra: una evaluación del ciclo de vida hacia una cadena de suministro de chocolate sostenible. *Ciencia del Medio Ambiente Total* 613-614: 1013-1023.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.187>

Reigada, A., Soler Montiel, M., Pérez-Neira, D., Delgado Cabeza, M. (2021). “Algunas cosas nunca cambian, siempre somos los segundos”: Experiencias de género del progreso y la crisis agraria en Almería, España. *Sociología rural* 86 (1): 81-109.  
<https://doi.org/10.1111/ruso.12330>

Richards, P., Walker, R., & Arima, E. (2014). Cambio territorial espacialmente complejo: El efecto indirecto del sector agrícola brasileño en el uso del suelo en la Amazonía. *Cambio Ambiental Global* 29: 1-9. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2014.06.011

Rivera, J., Vizcarra, C., Mora, K., Mayorga, H., Dueñas, J. (2020). Distribución espacial de los derrames de petróleo en el noreste de la Amazonía ecuatoriana: una revisión integral de las posibles amenazas. *Conservación Biológica* 252:108820.  
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108820>

Rivera-Ferre, M., Gallar, D., Calle-Collado, A., Pimentel, V. (2021). Agroecological education for food sovereignty: Insights from formal and non-formal spheres in Brazil and Spain. *Journal of Rural Studies* 88 (2021) 138–148.

<https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.10.003>

- Rodríguez, E. (2018). «Indicadores de Ecoeficiencia de Sistemas Productivos Agrícolas de la Altillanura Plana en la Orinoquia Colombiana». Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia. [https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/64772/2018-Edgar\\_Alfonso\\_Rodriguez\\_Araujo.pdf](https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/64772/2018-Edgar_Alfonso_Rodriguez_Araujo.pdf)
- Roibás, L., Elbehri, A. & Hospido, A. (2016). Carbon footprint along the Ecuadorian banana supply chain: Methodological improvements and calculation tool <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.074> (12/12/21).
- Rosati, A., Borek, R., & Canali, S. (2021). Agroforestería y agricultura orgánica. Sistema Agroforestal 95: 805–821. <https://doi.org/10.1007/s10457-020-00559-6>
- Rosset, P., Val, V., Pinheiro Barbosa, L., McCune, N. (2019). Agroecología y La Vía Campesina II. Las escuelas campesinas de agroecología y la formación de un sujeto sociohistórico y político, Agroecología y Sistemas Alimentarios Sostenibles 43:7-8: 895-914. <https://doi.org/10.1080/21683565.2019.1617222>
- Rosset, P., & Altieri, M. (2017). Agroecología: ciencia y política. Editorial Fernwood. En línea: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20183059233> (02-01-2023)
- Rosset, P. (2015). Social organization and process in bringing agroecology to scale. In Agroecology for food security and nutrition. Food and agriculture organization (FAO) of the United Nations, Rome: FAO. <http://www.fao.org/3/a-i4729e.pdf>
- Rosset, P., & Altieri, M. (1997). Agroecology versus input substitution: A fundamental contradiction of sustainable agriculture. Society and Natural Resources <https://doi.org/10.1080/08941929709381027>
- Ruiz, F., Vara, I., Calle, A., Cervera, A., Cuéllar, M., Gallar, D., Martínez, S., Soler, M. (2011). De la agricultura ecológica a la agroecología. © FUOC • PID\_00171358. <https://n9.cl/hyz54>
- R Core Team. (2021). R: a language and environment for statistical computing. Online:R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria (05/06/2022) <https://www.R-project.org/>.

- Sabourin, E., Le-Coq, J, Fréguin-Gresh, S., Marzin, J., Bonin, M. (2018). Políticas públicas de apoyo a la agroecología en América Latina y el Caribe. *Perspectiva*, No. 45, pp.1-4. 0.19182/agrotrop/00020. <https://doi.org/10.19182/agrotrop/00020>
- Sanz-Cañada, J., Gómez-Aparicio, L., & Gonzalez, P. (2021). Agroecology and Circular Bioeconomy. <https://n9.cl/6k1e6>
- Sevilla, E. (2012). Sistemas apícolas como herramienta de diseño de métodos agroecológicos de desarrollo endógeno en Brasil. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/182901>
- Sevilla Guzmán, E., & Soler Montiel, M. (2010). Agroecología y soberanía alimentaria: alternativas a la globalización agroalimentaria. En Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico (Ed.), *Patrimonio cultural en la nueva ruralidad andaluza* (pp. 191-217). Sevilla: Junta de Andalucía. Consejería de Cultura. <https://hdl.handle.net/11441/88458>
- Sevilla, E. (1981). *La evolución del campesinado en España*, Ediciones Península, 1979. pp.25-28. <https://n9.cl/y3rge5>
- Scalerandi, V. (2010). El lugar del campesino en la sociedad: aportes del marxismo a la comprensión de la articulación entre campesinos y modos capitalistas de producción. <https://www.revistakula.com.ar/wp-content/uploads/2014/02/KULA-2-VE-RONICA-SCALERANDI.pdf>
- Seufert, V., Ramankutty, N., & Foley, JA. (2012). Comparación de los rendimientos de la agricultura orgánica y convencional. *Naturaleza* 485: 229-232. <https://doi.org/10.1038/nature11069>
- Schneider, H & Samaniego, J. (2010). La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios. CEPAL. [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3753/S2009834\\_es.pdf](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3753/S2009834_es.pdf)
- Shapiro, S. & Wilk, M. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika* 52 (3/4): 591–611. <https://doi.org/10.2307/2333709>
- SimaPro. (2023). <https://simapro.com/about/>

- SIPA. (2023). Panorama Agroeconómico, Ecuador 2021. <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/panorama-agroeconomico-del-ecuador/2021>
- Siliprandi, E., & Zuluaga, G. (2014). Género, agroecología y soberanía alimentaria. Perspectivas ecofeministas. <https://icariaeditorial.com/perspectivas-agroecologicas/4385-genero-agroecologia-y-soberania-alimentaria-perspectivas-ecofeministas.html>
- Smith, G., Williams, A., & Pearce, B. (2015). La eficiencia energética de la agricultura orgánica: una revisión. *Agricultura renovable y sistema alimentario* 30: 280e301. <https://doi.org/10.1017/S1742170513000471>
- Snapp, S., Blackie, M., Gilbert, R., Bezner-Kerr, R., Kanyama-Phiri, G. (2010). Biodiversity can support a greener revolution in Africa. *PNAS* 107 (48),20840–20845. <https://doi.org/10.1073/pnas.1007199107>
- Soler, M. (2013). Sistemas Agroalimentarios Sustentables y Canales Cortos. Máster de Agroecología, UNIA, Baeza. Módulo XI: Sistemas Agroalimentarios Sustentables. Dpto. Economía Aplicada II, Universidad de Sevilla. 18-19 marzo.
- Somarriba, E. & López-Sampson, A. (2018). Coffee and Cocoa Agroforestry Systems: Pathways to Deforestation, Reforestation, and Tree Cover Change. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/9035>
- Sonnemann, G., Gemechu, E., Sala, S., Schau, E., Allacker, K., Pant, R. Adibi, N. And Valdivia, S. (2018). Life cycle thinking and the use of LCA in policies around the world. In: Hauschild M., Rosenbaum R. and Olsen S. (eds.), *Life cycle assessment*. Springer, Cham, 429–463.
- Suh, N., & Melua, E. (2022). Cocoa production under climate variability and farm management challenges: Some farmers' perspective. *Journal of Agriculture and Food Research* 8: 100282. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100282>
- Subía, C., Paredes, N., Caicedo, W., Fernández, F., Díaz, A., Bastidas, F., Chávez, J. (2014). Análisis socioproductivo de los sistemas de producción agropecuaria del norte y centro zona de la amazonia ecuatoriana. *Agroforestería Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana*. En línea: <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5436> (05/04/2022).

- Sullivan-Wiley, K., & Teller, A. (2020). El enfoque socioperceptivo integrado: uso de mapas mentales ecológicos e imaginarios futuros para comprender las decisiones sobre el uso de la tierra. *Cambio Ambiental Global* 64: 102151. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102151>
- Steiger, N. (2010). Effect of higher product quality on environmental impact: The example of chocolate production. IED – Institute for Environmental Decisions, and NSSI – Natural and Social Science Interface. Online: <http://www.uns.ethz.ch/pub/publications/pdf/1742.pdf> (01/10/16).
- Tennhardt, L., Lazzarini, G., Weissshaidinger, R., Schader, C. (2022). ¿Las fincas de cacao respetuosas con el medio ambiente producen cobeneficios sociales y económicos? *Economía Ecológica* 197: 107428. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107428>
- Tinoco, L., Díaz, A., Congo, C., Vargas, Y., & Caicedo, C. (2020). Eficiencia energética del cultivo *Theobroma cacao* en sistemas agroforestales amazónicos del Ecuador. In: *Memorias del I Simposio Internacional de Innovaciones Tecnológicas para fortalecer la Cadena de Cacao en la Amazonía ecuatoriana*. INIAP-UEA-ITSO. ISBN Digital: 978-9942-38-269-6, pp. 19–22. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5566>
- Tittonell, P. (2019). Transiciones agroecológicas: múltiples escalas, niveles y desafíos. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo*, 51(1): 231-246. <https://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/RFCa/article/view/2448> (01-02-2023)
- Toledo, V., & Barrera, N. (2008). La memoria biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. [www.icariaeditorial.com](http://www.icariaeditorial.com). ISBN: 978-84-9888-001-4. <http://www.ceapedi.com.ar/imagenes/biblioteca/libreria/364.pdf>
- Torres, B., Andrade, A., Enriquez, F., Luna, M., Heredia, M., Bravo, C. (2022). Estudios sobre medios de vida, sostenibilidad y captura de carbono en Chakra con cacao: casos de las asociaciones Kallari, Wiñak y Tsatsayaku, Amazonía Ecuatoriana. FAO - Ecuador. 137 págs. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6766> (01/02/2023).
- Torres, B., Günter, S., Acevedo-Cabra, R., Knoke, T. (2017). Estrategias de subsistencia, etnicidad e ingreso rural: El caso de los colonos migrantes y las poblaciones

indígenas en la Amazonía ecuatoriana. *Forest Policy Economic* 86, 22–34.  
<https://doi.org/10.1016/j.forpol.2017.10.011>

Torres, B., Maza, O., Aguirre, P., Hinojosa, L., Günter, S. (2014). Contribución de la Agroforestería Tradicional a la Adaptación al Cambio Climático en la Amazonía Ecuatoriana: El Sistema Chakra, en: *Manual de Adaptación al Cambio Climático*.  
<https://doi.org/10.1007/978-3-642-38670-1>

Tuninetti, M., Laio, F., & Distefano, T. (2022). Chapter 15. Environmental and economic sustainability of cocoa production in west sub-Saharan Africa. *Assessing Progress Towards Sustainability*. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-323-85851-9.00005-5>

Tyedmers, PH. (2000). *Salmon and Sustainability: The Biophysical Cost of Producing Salmon Through Commercial Salmon Fishing and the Intensive Salmon Farming Industry*.  
<https://open.library.ubc.ca/soa/cIRcle/collections/ubctheses/831/items/1.0099686>

Unión Europea. (2023). Diario oficial de la Unión Europea, reglamento (ue) 2023/1115 del parlamento europeo y del consejo, de 31 de mayo de 2023. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R1115>

Utomo, B., Prawoto, A., Bonnet, S., Bangviwat, A., Gheewala, S. (2016). Desempeño ambiental de la producción de cacao a partir de sistemas agroforestales y de monocultivo en Indonesia. *Revista de Producción más Limpia* 134: 583-591.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.08.102>

Valdivia, M., & Le Coq, J. (2022). Hacia una hoja de ruta para el escalamiento de la Agroecología en Ecuador: un análisis de las políticas, programas y factores limitantes actuales. <https://hdl.handle.net/10568/116326>

van der Ploeg, J., Barjolle, D., Bruil, J., Brunori, G., Brunori, G., Costa Madureira, L., Dessein, J., Drag, Z., Fink-Kessler, A., Gasselin, P., Gasselin, P., González de Molina, M., Gorlach, K., Jürgens, K., Kinsella, J., Kirwan, J., Knickel, K., Lucas, V., Marsden, T., Maye, D., Migliorini, P., Wezel, A. (2019). El potencial económico de la agroecología: Evidencia empírica de Europa. *Revista de Estudios Rurales* 71: 46-61. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.09.003>

- van der Ploeg, J., & Ventura, F. (2014). Heterogeneidad reconsiderada. *Opinión Actual en Sostenibilidad Ambiental* 2014, 8:23-28. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.07.001>
- van der Ploeg, J. (2012). The drivers of change: the role of peasants in the creation of an agro-ecological agricultura. *Agroecología* 6: 47-54, 2012. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/160661/140531>
- van der Ploeg, J. (2010). *Nuevos campesinos. Campesinos e Imperios Alimentarios*. Barcelona: Icaria Editorial, 2010. p.430. <https://edepot.wur.nl/424202>
- van der Ploeg, J. (1994). Styles of Farming: an Introductory Note on Concepts and Methodology In: *Endogenous regional development in Europe*. H.J. de Haan, J.D. van der Ploeg (eds.). Vila Real, Portugal 1991. Luxembourg (1994) 7-31. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/359337>. Google Scholar (02-05-2023)
- Vara-Sanchez, I., Gallar-Hernandez, D., García-García., L., Nerea Moran Alonso, N., Moragues-Faus, A. (2022). The co-production of urban food policies: Exploring the emergence of new governance spaces in three Spanish cities. *Food Policy* 103 (2021) 102120. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2021.102120>
- Vara, I., & Gallar, D. (2014). *Investigación-sistematización de experiencias de soberanía alimentaria y agroecología emergente*, Córdoba, OSALA. ISBN 978-84-608-7615-1. 146 pp. Disponible en <https://www.osala-agroecologia.org/guia-para-la-sistematizacion-investigacion-osala/>
- Vasco, C., Torres, B., Jácome, E., Torres, A., Eche, D., Velasco, C. (2021). Uso de fertilizantes químicos y pesticidas en zonas de frontera: Un estudio de caso en la Amazonía Norte Ecuatoriana. *Política de uso de suelo* 107: 105490. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105490> .
- Vera, R., Cota, J., & Grijalva, J. (2021). Beta diversity and fallow length regulate soil fertility in cocoa agroforestry in the Northern Ecuadorian Amazon. *Agricultural Systems* 187 (2021) 103020. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.103020>
- Vera, R., Cota, H. & Grijalva, J. (2020). Beta diversity and fallow length regulate soil fertility in cacao agroforestry in the Northern Ecuadorian Amazon. *Agricultural Systems* 187. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.103020>

- Vera, R., Grijalva, J., & Cota-Sánchez, H. (2019). Agrosilvicultura del cacao y diversidad arbórea en relación con el uso pasado de la tierra en el norte ecuatoriano. *New Forest* 50: 891-910. <https://doi.org/10.1007/s11056-019-09707-y>.
- Vine, E., Sathaye, J., & Makundi, W. (1999). Guidelines for the monitoring, evaluation, reporting, verification, and certification of forestry projects for climate change mitigation. Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory. 125 pp.
- Viteri-Salazar, O., & Toledo, L. (2020). The expansion of the agricultural frontier in the northern Amazon region of Ecuador, 2000–2011: Process, causes, and impact. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104986>
- Viteri, O., Ramos-Martín, J., & Lomas, P. (2018). Livelihood sustainability assessment of coffee and cocoa producers in the Amazon region of Ecuador using household types. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2018.06.004>.
- Virginio, E., Caicedo, C., & Astorga, C. (2014). Agroforestería sostenible en la Amazonía ecuatoriana. Serie técnica, Informe técnico N.º 398. CATIE-INIAP ISBN: 978-9977-57-623-7. 105 págs. [http://refhub.elsevier.com/S0048-9697\(22\)04894-X/rf202208020649384674](http://refhub.elsevier.com/S0048-9697(22)04894-X/rf202208020649384674) (01-02-2023).
- Wezel, A., Bellon, S., Doré, T., Francis, C., Vallod, D., & David, C. (2009). Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 29, 503-515. <https://n9.cl/9w6ac>
- Wickham, H., Averick, M., Bryan, J., Chang, W., McGowan, L., François, R., Grolemund, G., Hayes, A., Henry, L., Hester, J., Kuhn, M., Pedersen, T., Miller, E., Bache, S., Müller, K., Ooms, J., Robinson, D., Seidel, D., Spinu, V., Yutani, H. (2019). Welcome to the tidyverse. *J. Open Source Softw.* 4 (43), 1686. <https://doi.org/10.21105/joss.01686>.
- Xiao, J., & Xiong, K. (2022). A review of agroforestry ecosystem services and its enlightenment on the ecosystem improvement of rocky desertification control. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158538>
- Zarrillo, S., Gaikwad, N., & Lanaud, C. (2018). The use and domestication of *Theobroma cacao* during the mid-Holocene in the upper Amazon. *Nat Ecol Evol* 2, 1879–1888 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0697-x>

# ANEXOS

## Anexo 1: Resultado 1

### Material suplementario

**Tabla S1. Principales insumos y productos del inventario para-ACV y evaluación de costo-beneficio por hectárea**

Particulares		Promedio	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
<b>A. Entradas</b>					
<b>Por ha</b>					
i. Fertilización					
Organico	kg	32.7 (±180.8)	40.1 (±193.9)	0.0 (±0.0)	24.6 (±175.8)
N	kg	4.7 (±23.2)	0.5 (±2.6)	0.0 (±0.0)	16.6 (±43.3)
P	kg	6.6 (±17.5)	1.4 (±7.6)	0.0 (±0.0)	21.6 (±27.0)
K	kg	4.5 (±10.6)	0.5 (±2.6)	0.0 (±0.0)	15.8 (±15.6)
Ca	kg	13.2 (±79.3)	2.6 (±15.7)	0.0 (±0.0)	43.8 (±149.7)
ii. Protección de cultivos					
Herbicidas	kg	0.7 (±1.4)	0.3 (±0.8)	0.0 (±0.0)	1.9 (±1.9)
Pesticidas	kg	0.2 (±0.5)	0.1 (±0.3)	0.0 (±0.0)	0.5 (±0.8)
iii. Derivados de petróleo					
Gas	l	0.1 (±1.1)	0.0 (±0.0)	0.0 (±0.0)	0.5 (±2.1)
Diesel	l	2.0 (±7.6)	2.5 (±7.9)	0.6 (±2.7)	1.0 (±7.8)
Gasolina	l	0.6 (±1.7)	0.6 (±1.6)	0.0 (±0.1)	1.0 (±2.1)
Electricidad	kw.h	2.9 (±22.7)	0.0 (±0.0)	0.0 (±0.0)	11.0 (±43.5)
iv. Herramientas, maquinaria y otros costos	\$	38.0 (±33.4)	38.7 (±34.7)	11.0 (±4.1)	44.7 (±31.6)
v. Labor					
Labor (cacao)	h	140.3 (±56.7)	121.4 (±37.8)	93.5 (±43.7)	202.2 (±52.1)
Labor (producción vendida)	h	151.9 (±64.1)	131.2 (±43.2)	109.1 (±69.8)	217.0 (±60.3)
<b>B. Salidas</b>					
Rendimiento de cacao	kg	287.9 (±222.8)	177.1 (±109.0)	285.4 (±131.7)	565.1 (±216.9)
Producción vendida	kg	413.8 (±392.1)	284.0 (±296.8)	443.5 (±497.5)	728.2 (±388.2)
Total salidas	kg	841.1 (±361.3)	754.0 (±301.1)	995.3 (±401.4)	1009.6 (±411.6)

**Tabla S2. Evaluación de impacto ambiental (ACV) de la producción de cacao a pequeña escala en la Amazonía ecuatoriana por hectárea**

Particulares	Unidad	Media			Grupo 1			Grupo 2			Grupo 3		
		General	BLI_95	BLS_95	Media	BLI_95	BLS_95	Media	BLI_95	BLS_95	Media	BLI_95	BLS_95
<b>Por ha</b>													
AC	mol H+ eq	7.29E-01	5.46E-01	1.15E+00	2.83E-01	2.10E-01	3.95E-01	5.05E-02	2.99E-02	1.37E-01	2.06E+00	1.51E+00	3.44E+00
ECfw	CTUe	2.09E+04	1.43E+04	3.07E+04	4.73E+03	2.21E+03	1.06E+04	2.05E+02	1.62E+02	3.69E+02	6.78E+04	4.82E+04	9.40E+04
EUfw	kg P eq	4.13E-02	3.18E-02	6.15E-02	1.48E-02	1.14E-02	1.94E-02	3.42E-03	2.98E-03	4.88E-03	1.19E-01	9.44E-02	1.83E-01
EUm	kg N eq	2.08E-01	1.42E-01	4.42E-01	7.03E-02	5.03E-02	9.83E-02	1.17E-02	4.31E-03	4.30E-02	6.15E-01	3.88E-01	1.38E+00
EUt	mol N eq	2.30E+00	1.69E+00	3.43E+00	1.21E+00	7.95E-01	2.36E+00	1.24E-01	4.37E-02	4.65E-01	5.70E+00	4.14E+00	9.12E+00
THc	CTUh	9.96E-08	7.68E-08	1.52E-07	3.85E-08	3.03E-08	4.93E-08	9.68E-09	7.55E-09	1.80E-08	2.81E-07	2.17E-07	4.55E-07
THnc	CTUh	3.03E-06	2.33E-06	4.47E-06	1.20E-06	9.33E-07	1.59E-06	3.01E-07	2.17E-07	6.43E-07	8.47E-06	6.54E-06	1.30E-05
RI	kBq U-235 eq	6.14E+00	4.67E+00	9.94E+00	2.39E+00	1.87E+00	3.09E+00	5.59E-01	4.00E-01	1.21E+00	1.73E+01	1.29E+01	2.97E+01
US	Pt	6.74E+02	5.17E+02	9.33E+02	3.91E+02	2.75E+02	6.53E+02	5.27E+01	1.69E+01	2.04E+02	1.57E+03	1.21E+03	2.29E+03
AO	kg CFC11 eq	1.02E-05	7.97E-06	1.49E-05	4.49E-06	3.45E-06	5.82E-06	8.30E-07	4.22E-07	2.54E-06	2.75E-05	2.12E-05	4.26E-05
PM	disease inc.	7.05E-06	5.24E-06	1.08E-05	2.93E-06	2.04E-06	5.12E-06	4.33E-07	3.23E-07	8.78E-07	1.94E-05	1.45E-05	3.18E-05
FO	kg NMVOC eq	3.94E-01	3.10E-01	5.73E-01	2.05E-01	1.58E-01	2.67E-01	5.07E-02	2.73E-02	1.49E-01	9.74E-01	7.34E-01	1.55E+00
UR	kg Sb eq	2.05E-03	1.50E-03	3.38E-03	6.56E-04	5.11E-04	9.20E-04	1.88E-04	1.59E-04	2.88E-04	6.11E-03	4.47E-03	1.05E-02
UA	m3 depriv.	6.12E+01	4.25E+01	1.14E+02	1.39E+01	9.28E+00	2.14E+01	1.33E+00	1.09E+00	2.22E+00	1.98E+02	1.39E+02	3.76E+02

**Tabla S3. Evaluación de impacto ambiental (ACV) de la producción de cacao a pequeña escala en la Amazonía ecuatoriana por kg de cacao**

Particulares	Unidad	Media			Grupo 1			Grupo 2			Grupo 3		
		General	BLI_95	BLS_95	Media	BLI_95	BLS_95	Media	BLI_95	BLS_95	Media	BLI_95	BLS_95
<b>Por kg cacao</b>													
AC	mol H+ eq	2.34E-03	1.85E-03	3.53E-03	1.85E-03	1.45E-03	2.57E-03	2.01E-04	1.34E-04	4.19E-04	4.25E-03	2.90E-03	8.72E-03
ECfw	CTUe	4.50E+01	3.26E+01	6.23E+01	2.06E+01	1.11E+01	3.84E+01	8.99E-01	6.79E-01	1.26E+00	1.20E+02	8.87E+01	1.56E+02
EUfw	kg P eq	1.33E-04	1.10E-04	1.89E-04	1.01E-04	8.20E-05	1.29E-04	1.56E-05	1.21E-05	2.07E-05	2.48E-04	1.85E-04	4.59E-04
EUm	kg N eq	6.34E-04	4.58E-04	1.31E-03	4.39E-04	3.33E-04	5.81E-04	4.14E-05	1.95E-05	1.25E-04	1.31E-03	7.18E-04	3.54E-03
EUt	mol N eq	8.27E-03	6.01E-03	1.42E-02	7.76E-03	5.11E-03	1.64E-02	4.35E-04	1.98E-04	1.35E-03	1.20E-02	8.07E-03	2.26E-02
THc	CTUh	3.31E-10	2.74E-10	4.79E-10	2.68E-10	2.21E-10	3.33E-10	4.23E-11	3.18E-11	6.04E-11	5.80E-10	4.18E-10	1.14E-09
THnc	CTUh	9.98E-09	8.32E-09	1.40E-08	8.26E-09	6.76E-09	1.03E-08	1.28E-09	9.38E-10	2.00E-09	1.70E-08	1.26E-08	3.22E-08
RI	kBq U-235 eq	2.01E-02	1.64E-02	3.09E-02	1.61E-02	1.32E-02	1.99E-02	2.37E-03	1.74E-03	3.74E-03	3.58E-02	2.47E-02	7.57E-02
US	Pt	2.52E+00	1.94E+00	3.91E+00	2.55E+00	1.81E+00	4.55E+00	1.81E-01	7.67E-02	5.85E-01	3.20E+00	2.37E+00	5.44E+00
AO	kg CFC11 eq	3.39E-08	2.79E-08	4.69E-08	2.89E-08	2.29E-08	3.68E-08	3.16E-09	1.90E-09	7.71E-09	5.62E-08	4.10E-08	1.06E-07
PM	disease inc.	2.34E-08	1.76E-08	3.65E-08	1.92E-08	1.38E-08	3.61E-08	1.86E-09	1.38E-09	2.81E-09	4.05E-08	2.81E-08	7.99E-08
FO	kg NMVOC eq	1.45E-03	1.19E-03	1.94E-03	1.41E-03	1.12E-03	1.81E-03	1.96E-04	1.23E-04	4.54E-04	1.96E-03	1.39E-03	3.86E-03
UR	kg Sb eq	6.39E-06	5.10E-06	1.02E-05	4.61E-06	3.80E-06	5.79E-06	8.44E-07	6.48E-07	1.14E-06	1.26E-05	8.49E-06	2.66E-05
UA	m3 depriv.	1.62E-01	1.16E-01	3.22E-01	7.83E-02	5.68E-02	1.09E-01	5.89E-03	4.48E-03	8.08E-03	4.19E-01	2.67E-01	9.57E-01

## Anexo 2: Resultado 2

### Materiales suplementarios

#### A. Metodología

##### A1. Impacto Ambiental

Para estimar el indicador de la Huella Terrestre (HT) se utilizó la ecuación S1; mientras que estimar los impactos asociados a las categorías de demanda acumulada de energía no renovable (DEA); potencial de calentamiento global (PCG 100y); huella hídrica (HH); agotamiento abiótico (AA); agotamiento de la capa de ozono (AO); toxicidad humana (TH); ecotoxicidad terrestre (ET); oxidación fotoquímica (OF); acidificación (AC); La eutrofización (EU) y la ecotoxicidad del agua dulce (EAD) se utilizaron la ecuación S2.

$$HT = 1 / R \quad (S1)$$

En las ecuaciones anteriores: HT = huella terrestre; R= Rendimiento (t/ha)

$$IA_{(i)} = \sum I_{(j)} \times C_{(i,j)} \quad (S2)$$

En las ecuaciones anteriores:  $IA_{(i)}$  = impacto ambiental  $i$  (where  $i$ : PCG; DEA; AC, etc.) (unidad/kg);  $E_{(j)}$  = Entrada  $j$  (donde  $j$ : fertilizantes, energía, protección de cultivos, maquinaria, herramientas, etc.) (unidad/kg);  $C_{(i,j)}$  = Caracterización factor de impacto  $i$  en relación a entradas  $j$ , lo que permite agregar y homogeneizar las emisiones (impacto/unidad). En cuanto a herramientas y maquinaria, el impacto ambiental de su producción y mantenimiento se amortizó en un plazo de entre 1 y 5 años.

##### A.2 Indicadores de eficiencia ambiental y económica

Por su parte el retorno de la inversión en energía no renovable (TRE NR), el retorno energético de la inversión en agua (TRE IA) y el retorno económico de la inversión (TREco I) se estimaron a partir de la Eq. S3, S4 y S5 respectivamente. Mientras que los indicadores de intensidad energética (IE) y de emisiones se estimaron a partir de las ecuaciones S5 y S6.

$$TRE\ NR = PE / DEA\ NR \quad (S3)$$

$$TRE\ IA = (PE / R) / HH_{entrada} \quad (S4)$$

$$TREco\ I = I / CT \quad (S5)$$

En las ecuaciones anteriores: TRE NR = Retorno de la inversión en energía no renovable; PE = Producción de energía (MJ. ha<sup>-1</sup>) que se calculó multiplicando la producción (cacao y otros cultivos) por el contenido energético de cada uno de los alimentos (MJ.kg<sup>-1</sup>) (Pérez-Neira et al. 2020); DEA NR = Demanda

acumulada de energía no renovable (MJ. ha<sup>-1</sup>); TRER) = Retorno energético de la inversión en agua (MJ. (m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>; R= Rendimiento (kg. ha<sup>-1</sup>); y HH = Huella hídrica de los insumos utilizados en el manejo de las parcelas (m<sup>3</sup>. ha<sup>-1</sup>); TREco = Retorno económico de la inversión; I = Ingreso (\$. ha<sup>-1</sup>); CT = Costo total (\$. ha<sup>-1</sup>)

$$IE = (Y \text{ or } AV) / NR \text{ CED} \quad (S6)$$

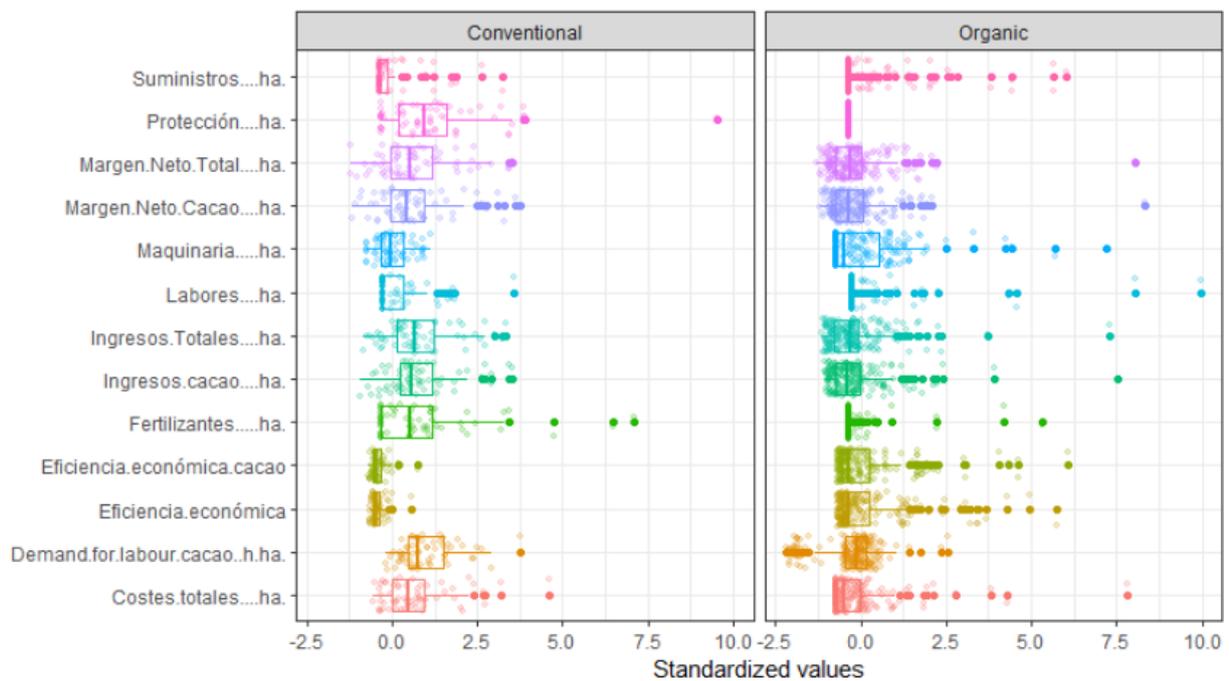
$$GEI I = PCG / AV \quad (S7)$$

En las ecuaciones anteriores: IE = Intensidad Energética (kg. MJ<sup>-1</sup> o \$. MJ<sup>-1</sup>); R = Rendimiento (kg. ha<sup>-1</sup>); VA = valor agregado (\$. ha<sup>-1</sup>); DEA NR = Demanda Acumulada de Energía No Renovable (MJ. ha<sup>-1</sup>); GEI I = Intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero (kg CO<sub>2</sub>-eq. \$<sup>-1</sup>); PCG = Potencial de Alerta Global (kg CO<sub>2</sub>-eq. ha<sup>-1</sup>).

## B. Resultados

En la Tabla S1 se presentan los indicadores relativos a la producción de alimentos, uso de energía, emisiones de GHG y agua, mientras que la Tabla S2 sintetiza diferentes categorías de impacto ambiental de LCA, ambas, en relación a 1 kg de comida vendida. Por su parte en la Figura S1 se presenta la estructura de impacto ambiental en función de diferentes categorías de ACV.

**Figura S1.** Distribucion de las variables por Sistema de producción



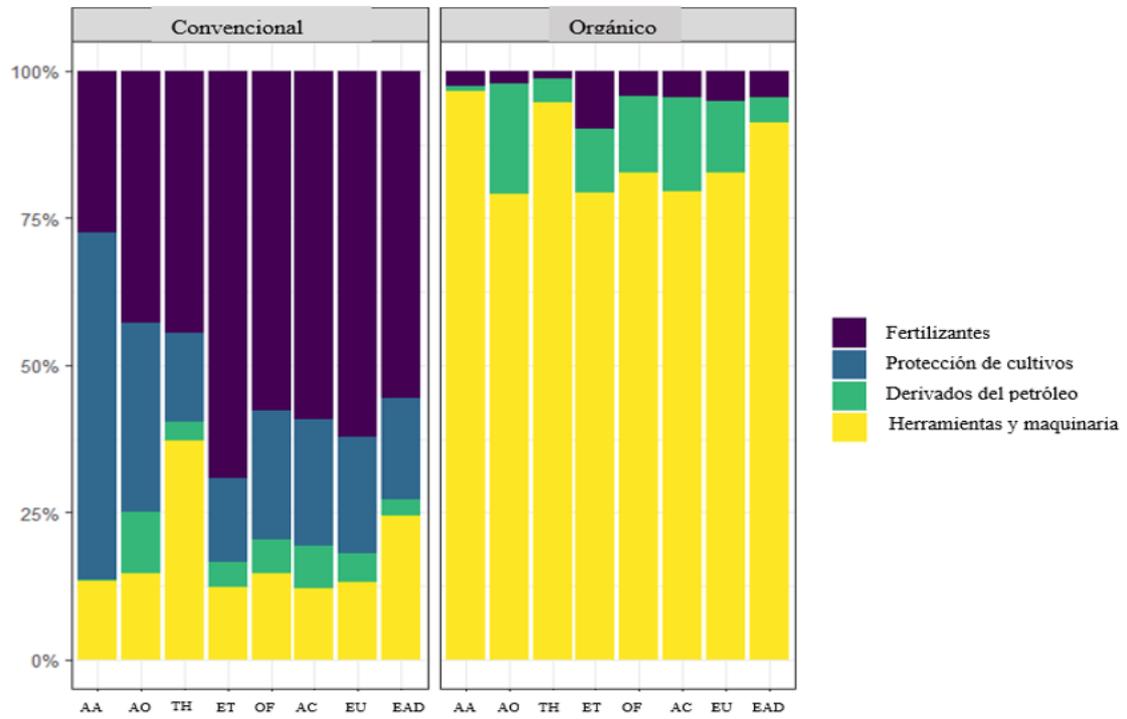
**Tabla S1.** Producción de alimentos, energía, GEI y HH por kg de producción vendida (cacao + otros cultivos) en sistemas agroforestales (Convencional vs Orgánico). La tabla también muestra medias recortadas al 95 % para todas las variables en ambas muestras (Conv y Org) para eliminar la influencia de valores atípicos o puntos de datos en las colas que pueden afectar injustamente la media tradicional.

Particulares	Unidad	SAFc	SAFo	< or >	p-valor	SAFc vs SAFo		
						Estimado	95% IC	
<b>B. Produccion vendida (cacao + otros cultivos) 95% recortado medias</b>								
<b>Producción de alimentos</b>								
HT	ha. t <sup>-1</sup>	1.31	2.22	<	0.00	0.01	14.29	2.69
<b>Energía y emisiones GEI</b>								
DEA NR	NR MJ.kg <sup>-1</sup>	1.96	0.31	>	0.00	1.57	1.19	2.03
PCG	kg CO <sub>2</sub> eq. kg <sup>-1</sup>	0.18	0.03	>	0.00	0.14	0.10	0.19
<b>Agua</b>								
HHentrada	(m <sup>3</sup> ). kg <sup>-1</sup>	0.17	0.01	>	0.00	0.16	0.08	0.22

**Tabla S2.** Categorías de impacto del ACV por kilogramo de producción vendida (cacao + otros cultivos) en sistemas agroforestales (convencional vs orgánico)

Particulares	Unidad pot kg vendido (cacao + otros cultivos)	SAFc	SAFo	< o >	p-valor	SAFc vs SAFo		
		95% recortado	medias			Estimado	95% IC	
AA	kg Sb eq	7.79E-06	8.61E-07	<	0.00	6.84E-06	5.03E-06	9.89E-06
AO	kg CFC-11 eq	1.96E-08	4.20E-09	<	0.00	1.31E-08	9.02E-09	1.79E-08
TH	kg 1.4-DB eq	6.02E-02	3.04E-02	<	0.00	3.14E-02	1.75E-02	4.70E-02
ET	kg 1.4-DB eq	4.70E-03	8.26E-05	<	0.00	4.19E-03	2.17E-03	6.34E-03
OF	kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq	5.73E-05	9.83E-06	<	0.00	3.50E-05	4.36E-05	5.21E-05
AC	kg SO <sub>2</sub> eq	9.86E-04	1.37E-04	<	0.00	7.48E-04	5.12E-04	1.25E-03
EU	kg PO <sub>4</sub> eq	5.36E-04	5.48E-05	<	0.00	4.25E-04	2.45E-04	7.18E-04
EAD	kg 1.4-DB eq	4.90E-02	1.27E-02	<	0.00	3.42E-02	2.13E-02	5.27E-02

**Figura S2.** Estructura de las categorías de impacto del ACV por sistema de producción



### Anexo 3: Resultado 3

Problemas seleccionados en las entrevistas y encuestas para los talleres participativos con el flujograma

Dimensiones		
Ecoagroforestales	Socioeconómicas	Socioculturales-políticas
Falta mejorar reciclajes	Falta de nutrición adecuada	Falta empoderamiento de mujeres
Falta fomentar ahorro del agua	Poco conocimiento local tradicional	Falta oportunidades laborales equitativas
Falta manejo de semillas y razas	Falta uso de variedades/razas locales	Falta empoderamiento de jóvenes
Poco uso de energías renovables	Falta transferencia y buenas prácticas	Falta mejorar bienestar animal
Pocas actividades de productos y servicios	Poco interés de productores en agroecología	Falta estabilidad de ingresos
Falta diversidad de cultivos, árboles y animales	Falta participación de productores en organización de base	Faltan mecanismo para reducir vulnerabilidad
Falta diversidad de actividades de productos y servicios	Falta empoderamiento de productores, con perspectiva de género	Falta capacidad de endeudamiento
Falta integrar cultivos-ganado-acuicultura	Falta fortalecer organizaciones y asociaciones de productores, con enfoque de género	Falta mejorar la comercialización local
Falta gestión del sistema planta-suelo	Débil participación de productores en gobernanza de tierra y recursos naturales	Presencia de intermediarios
Falta promover agroforestería, silvopasturas	Escasez de capital y crédito	Débil sistema alimentario local
Falta conectividad de sistema agropecuario con el paisaje	Precios bajos en el mercado	Precios altos de insumos
Plagas y enfermedades	Falta de mercado	Falta de mano de obra
Falta de semillas o plantas		
Problemas de clima		
Problemas de suelo		
Falta de conocimiento tecnológico		

#### **Anexo 4:**

##### Directivos participantes en las entrevistas

<b>Nombres</b>	<b>Apellidos</b>	<b>Edad</b>	<b>Sexo</b>	<b>Provincia</b>
Vladimir	Dahua	26	Hombre	Napo
Israel	Jiménez	46	Hombre	Napo
David	Moreno	42	Hombre	Napo
Marco	Grefa	29	Hombre	Napo
Mario	Shiguango	55	hombre	Napo
Susana	Erraez	35	Mujer	Orellana
Roberto	Moreno	36	Hombre	Orellana
Wilson	Yáñez	40	Hombre	Orellana
Javier	Tandazo	38	Hombre	Sucumbíos

## Anexo 5

### Productores participantes en las encuestas

Asociación/ Provincia	Comunidades	Productores (as)	No Encuestas	
Kallari/Napo	Ahuano	Germania tapia	1	
	Bajo Talag	Silvia María Andy Tanguila	1	
	Campo Cocha		Andy Tapuy Bartolo Roberto	5
			Cerda Andi Milton Aníbal	
			Jorge Cerda	
			Marco Guerrero Tapuy Grefa	
			Marco Ramón Tapuy Grefa	
	Centro Talag		Klever Andi	2
			López serafina	
	Guayusa Loma		Alicia Grefa	2
			Elena Tunay	
	Guinea Chimbana		Alonso Andy	5
			Fanny Andy	
			Liviston Andy	
			Marco Pablo Andy Cerda	
			Martha Andy	
	Las Antenas		Alexis Pérez	3
			Carmela Francisca Tapuy Shiguango	
			Ruth Disaida Callapa Tapuy	
	Misahualli		Enrique cerda	1
	Ñukanchi Kawsay		Felix Javier Valle Bermeo	4
			Gabriel Bartolo Tapuy Grefa	
			Narcisa Sonia Grefa Calapucha	
			Rocío Tapuy	
	Puni Bocana		Juan alvarado	5
			Julio Grefa	
			María Narvaez	
Matilde Tanguila				
Ramon alvarado				
Rumi Yaku		Grefa Mamallacta Dario Humberto	7	
		Grefa Mamallacta Paulina Matilde		
		Ignacio Domino Grefa Cerda		
		Mamallacta Grefa Elias		
		Priscila Mamallacta		
		Sergio Mamallacta		
		Shiguango López Ricardo Adan		
Shandia		Cerda Simbaña Anita Betty	6	
		Cerda Simbaña Gloria Betty		
		Isac Cerda		
		Luis Mariano Grefa Anfi		
		Rebeca Andi		
		Rosa rivadeneira		
Talag		Galo Raul Andi Shiguango	1	
<b>1</b>	<b>13</b>		<b>43</b>	

Asociación/ Provincia	Comunidades	Productores (as)	No Encuestas
Wiñak/Napo	Cashayaku	Gabriel Patricio Grafa C	5
		Maruja Mamallacta	
		Olga Fabiola Grafa	
		Rosa Catalina Calapucha	
		Rosario Tapuy	
	Chaka Rumi	Magdalena Dagua Dagua	3
		Rosa Grefa Aguinda	
		Ruth Mamallacta	
	Kintiurco	Elsa Sofía Andi Pouch	5
		Nelva Grimanesa Calapucha Alvarado	
		Roxana Catalina Narváez Tunay	
		Susana Tanguila Cecilia Guatatocha	
		Tapuy Shiguango Irma Graciela	
	Kury Muyu	Grefa Rosa	8
		Janeth Grefa Pizango	
		Jenny Tapuy	
		kathia Grefa	
		Lastenia Tapuy	
		Lasteña Tapuy	
		lourdes Salazar	
		sandra Grefa	
	San Bartolo	Elvira Tapuy	3
		Lady Grefa	
Silvia Alvarado			
San Bernardo	Cesar grefa	3	
	Vicente aguinda		
	Wilmer grefa		
San Cristobal	Fabio mamallacta	3	
	Freddy mamallacta		
San José	Ruth Marcia Grefa Grefa		
San Juan	Bertha Mamallacta	5	
	María Tanguila		
	Rosa Shiguango		
	Sonia Tanguila		
	Tanguila Grefa Carmen Soila		
San Martín	Angel Grefa	6	
	Cesar Aguinda		
	Edwin Grefa		
	Fidelidad Aguinda		
	Mario Aguinda		
Vía Ayapata	Janeth Grefa		
<b>1</b>	<b>11</b>		<b>41</b>

Asociación/ Provincia	Comunidades	Productores (as)	No Encuestas
Tsatsayaku/Napo	Alto Ila	Guido Dahua	4
		Jesús Leopoldo Balseca Hidalgo	
		Nelly María Alvarado	
		Gerardo Aguinda Alvarado	
	Arosemena Tola	Enrique Chanaluisa	2
		José Guilca	
	Bajo Ila	Alejandro Shiguango	4
		Anselmo Shiguango	
		Jorge Shiguango	
		Ricardo Huatatoca Chiguano	
	Capricho	Rosalía San Martín	1
	Flor del Bosque	Aida Mamallacta	14
		Angel Tapuy	
		Bartolo Andy Tapuy	
		Blanca Lucía Huatatoca	
		Bolívar Renan	
		Byron Tapuy	
		Domingo Modesto Pauchi	
		Fany Tapuy	
		Loaida Grefa Licuy	
		Luis Caiza	
		Manuel Pauche	
		Paula Tapuy	
		Rita Tapuy	
	Sonia Pauchi		
	Ishpingo	Wilmer Ashanga	1
	Moretecocha	Manuel Llangarí	3
		María Curicama	
		Marío Guaman	
	Nueva Esperanza	Juan Carlos Vallejo	3
Pedro Guachamin			
Teresa Díaz			
Punicotona	Byron Flavio Mamallacta	5	
	Carlos Ashinga Grefa		
	Edison Dahua		
	Ricardo Grefa		
	Samuel David Grefa Mamallacta		
Puniishpingo	Carlos Giovanni Vargas Dahua	9	
	Fabián Vinicio Tapuy		
	Gilbert Urrutia		
	José mario Grefa		
	Juan Carlos Mamallacta		
	Luis Carlos Vargas Gualinga		
	María Antonia Grefa Aguinda		
	Pablo Ivan Vargas Dahua		
Miguel César Dahua Simbaña			
San Agustín del Río Anzu	Andrés Alvarado	6	
	Gladis Judith Aguinda Andy		
	Octavio Alvarado		
	Pedro Vargas		
	Vicente Alvarado		
San Clemente	Yolanda Vargas	9	
	Alberto Andy Tapuy		
	Ana Huatatoca		
	Byron Huatatoca Tapuy		
	Carlota Huatatoca		
	Clemente Huatatoca Shiguango		
	German Tapuy		
	Guillermo Huatatoca Andy		
	Rodolfo Edgar Andy Tapuy		
Rosa Manuela Calapucha Pizango			
San Clemente de Chucapi	Jefferson Carrillo Carrillo	3	
	Sofía Aguinda		
	Victoria Tapuy		
San Francisco	Felipe Grefa	7	
	Juan Alvarado Licuy		
	Luz América Balseca Hidalgo		
	María Guatatoca		
	Serafín Andy		
	Sofía Alvarado		
Tzawata	Sonia Grefa	1	
	José Cerda		
<b>1</b>	<b>16</b>	<b>72</b>	

Asociación/ Provincia	Comunidades	Productores (as)	No Encuestas	
Asosumaco/ Orellana	10 de Agosto	Jorge Oña	1	
	15 de Noviembre	Mariano Alvarado	1	
	24 de Mayo	Andy Chimbo Josè Francisco		8
		Beatriz Licuy		
		Bolívar Yumbo		
		Carlos German Yumbo		
		Eulalia Andy		
		Eva Jipa		
		Julio Ramiro Andy		
		OLGA Antonieta Shiguango Alvarado		
	25 de Abril	Oswaldo Vasquez	1	
	Allialpa	Bolivar Fernando Grefa Andi		3
		Grefa Andi Fausto Dario		
		Lucia Ambrosina Grefa Tapuy		
	Asociación Agropecuaria zona Libre	Wilson Lopez	1	
	Avila Huiruno	Domingo Huatatoca	1	
	Brisa del Huataraco	Jose Anronio Egas	1	
	Carashino	Adrian Grefa		4
		David Euclides Dea Coquinche		
		Edmundo Noteno		
		Jorge Papa Fausto Grefa		
	Cooperativa Suyuno	Abel Quiroz	1	
	Fano	Manuel Oña	1	
	Huaticochoa	MACARIO LEGARDA	1	
	La Floresta	Ángel yansaguano		4
		Cristian Marcelo Pashma Caicedo		
		Jesica Tapui		
Nueva Esperanza	Elva Chimborazo		6	
	Luis Chanaguano			
	Luis Gaona			
	María Caiza			
	Maria Rosa Texilema			
	Segundo Chimborazo			
Pasohurco	Angel Eudofilio Quezada Sanmartin		2	
	Angel Polivio Paqui			
Recinto Santa Lucia	Adrián chongo		3	
	Anderson yumbo			
	Teodoro yumbo			
Runa Lacta	Roberto Coquinche	1		
San Bartolo	Lisardo luis yumbo	1		
Santa Rosa	Luisa Marianela Pisango Alvarado		2	
	Maria Beatris Licuy Grefa			
<b>1</b>	<b>19</b>		<b>43</b>	

Asociación/ Provincia	Comunidades	Productores (as)	No Encuestas
San Carlos/ Orellana	12 de Febrero	Ester Robledo	2
		Gloria Castillo	
	12 de Octubre	Carlos Cañar	5
		Lorena Erraez	
		Manuel Erraez	
		Marcial Ramos	
		Susana Erraez	
	Eugenio Espejo	Arturo Segovia	5
		Bolivar Vargas	
		Edgar Wilfrido Gavilanez	
		Holger Segovia	
		Marco Llanos	
	Flor del Pantano	Manuel Moreira	1
	Los Angeles	Ambrosio Sanchez	9
		Angel Curipoma	
		Doris Jiménez	
		ERRAEZ ULLAGUARI MARÍA MERCEDES	
		José Castillo	
		Luis Enrique Castillo	
		Miguel Perez	
Rene Torres			
Los Fundadores	Cirilo Orlando Erraez Loarte	5	
	Elias Tenisario Erraez Salazar		
	Francisco Erraez		
	Gonzalo Erraez		
	Wilian Erraez		
Moran Valverde	Yolanda Cachabamba	1	
Nueva Esperanza	Jose Humberto Calvache Guerrero	2	
	Segundo Mesias Calvache Guerrero		
Nueva Tungurahua	Luis Segundo Zumbana Quilpe	2	
	Nelly Marlene Zurita Naranjo		
San Carlos	Belizario Siquigua	6	
	Hugo Ureña Patiño		
	Miran Tanguila		
	Misael Shiguango 3		
	Ofelia Villasis		
	Yolanda Timbelo		
<b>1</b>	<b>10</b>	<b>38</b>	

Asociación/ Provincia	Comunidades	Productores (as)	No Encuestas
<b>Aprocel/ Sucumbíos</b>	5 de Agosto	Melecio Ordoñez	1
	9 de Marzo	Clemente momtero	2
		Raquel carrera	
	Alma Lojana	Ana Milena Patiño Melo	3
		Hector Mesias Parra Campaña	
	Bella Esperanza	Daniel Castillo Celi	2
		Eduardo Valdemira Valle Valle	
	Bella Vista	Javier Guerrero	1
	Brisas del Oriente	Oliva Verdesoto	2
	Cochas de Vetano	Angel Varela	
		Jacinto Varela	2
		Ramon Varelai	
	Cooperativa Unión Lojana	Luis Gilberto Ordoñez	1
	General Farfan	Walter zurita	1
	Las Palmas	Abel Lapo	3
		Maria Cristina Lapo Ordoñes	
		Santos Udalio Lapo	
	Monte Rey	Juan Reyes	1
	Nueva Esperanza	Juan villacrez	1
	Patria Nueva	Edison calero	6
Henry gaibor			
Luz pardo			
Magali Fanny Guevara Mora			
Magdalena montero			
Pedro quiroz			
Proyecto San Miguel	Fausto sosa	5	
	Luis Romo		
	Oscar Soto		
	Roberto Aguilar		
	Vicente Alban		
Santa Marianita	Casimiro Cantincuz	11	
	Deifila Portilla		
	Dora Canticuz		
	José Toledo		
	MAGOLA CANTINCUAZ		
	Miranda Georgina		
	Rafael Ortega		
	Rosendo Enriquez Pizarro Lopez		
	Teodulo Muñoz		
	Walter Camacho		
Yolanda Malusin			
Tierras Lejanas	Juan cagua	1	
Trampolin del Triunfo	Juan villacre	1	
<b>1</b>	<b>17</b>		<b>44</b>

## Anexo 6

### Personal que colaboró en la investigación

INIAP-EECA	NAPO	ORELLANA
Cristian Subía	Willan Caicedo	Danny Tocta
Servio Bastidas	Milton Martínez	Carlos Carchi
Leider Tinoco	Martín Grefa	Moisés Sarabia
Luis Lima	Lorena Caiza	Wilson Yáñez
Fabian Fernández	Eliecer Coquinche	
Diego Ramirez	Magali Alvarado	
Antonio Vera	Efrén Alvarado	SUCUMBÍOS
Carlos Congo	Yajaira Andi	Galo Jimenez
Javier Chuquimarca	Marcos Grefa	Rodrigo Rosillo
Dennis Sotomayor	Rodolfo Andy	Pedro Quiroz
José Intriago	Carlos Pozo	Lucila Vera
Fredy Angamarca	David Moreno	
Darío Zambrano	Izamar Valarezo	
Luis Vera		
Jimmy Pico		
Fernando Paredes		
Francisco Noteno		
Alexandra Chanaluisa		

## Anexo 7

### Instituciones de apoyo

Nombre	enlaces
MAG	<a href="https://www.agricultura.gob.ec/">https://www.agricultura.gob.ec/</a>
INIAP	<a href="http://www.iniap.gob.ec/">http://www.iniap.gob.ec/</a>
BCE	<a href="https://www.bce.fin.ec/index.php/informacioneconom">https://www.bce.fin.ec/index.php/informacioneconom</a>
BanEcuador	<a href="https://www.banecuador.fin.ec/">https://www.banecuador.fin.ec/</a>
AGROCALDAD	<a href="https://www.agrocalidad.gob.ec/">https://www.agrocalidad.gob.ec/</a>
ANECACAO	<a href="http://www.anecacao.com/">http://www.anecacao.com/</a>
Tsatsayaku	<a href="https://www.tsatsayaku.com/">https://www.tsatsayaku.com/</a>
Kallari	<a href="https://www.kallari.com.ec/">https://www.kallari.com.ec/</a>
Wiñak	<a href="https://www.winak.org/">https://www.winak.org/</a>
Asosumaco	<a href="https://www.asosumaco.org/">https://www.asosumaco.org/</a>
San Carlos	<a href="https://www.sancarlos.org/">https://www.sancarlos.org/</a>
Aprocel	<a href="https://www.aprocel.org/">https://www.aprocel.org/</a>