

Universidad Andina Simón Bolívar

Sede Ecuador

Área de Ambiente y Sustentabilidad

Maestría de Investigación en Cambio Climático, Sustentabilidad y Desarrollo

Iniciativas de implementación de la bioeconomía en el Ecuador

¿Estrategia para la sustentabilidad de los territorios?

Karla Elizabeth Rodríguez Arroyo

Tutor: Fernando José Larrea Maldonado

Quito, 2025

Trabajo almacenado en el Repositorio Institucional UASB-DIGITAL con licencia Creative Commons 4.0 Internacional		
	Reconocimiento de créditos de la obra	
	No comercial	
	Sin obras derivadas	
Para usar esta obra, deben respetarse los términos de esta licencia		

Cláusula de cesión de derecho de publicación

Yo, Karla Elizabeth Rodríguez Arroyo, autora del trabajo intitulado “Iniciativas de implementación de la bioeconomía en el Ecuador: ¿estrategia para la sustentabilidad de los territorios?”, mediante el presente documento dejo constancia de que la obra es de mi exclusiva autoría y producción, que la he elaborado para cumplir con uno de los requisitos previos para la obtención del título de Magíster en Cambio Climático, Sustentabilidad y Desarrollo en la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.

1. Cedo a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, durante 36 meses a partir de mi graduación, pudiendo por lo tanto la Universidad, utilizar y usar esta obra por cualquier medio conocido o por conocer, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico. Esta autorización incluye la reproducción total o parcial en los formatos virtual, electrónico, digital, óptico, como usos en red local y en internet.
2. Declaro que, en caso de presentarse cualquier reclamación de parte de terceros respecto de los derechos de autor/a de la obra antes referida, yo asumiré toda responsabilidad frente a terceros y a la Universidad.
3. En esta fecha entrego a la Secretaría General, el ejemplar respectivo y sus anexos en formato impreso y digital o electrónico.

3 de Diciembre de 2025

Firma: _____

Resumen

Esta investigación analizó el sistema agroforestal de la chakra amazónica para la producción de cacao en la Asociación Kallari para evaluar su sustentabilidad y su potencial como iniciativa de bioeconomía. Se caracterizaron dos tipos de manejo productivo bajo las tipologías propias de Kallari en: orgánico y mixto, considerando su estructura, prácticas agrícolas y factores socio-culturales. Se consideraron que todas las fincas de los socios en Kallari se manejan bajo sistema agroforestal, sin embargo, para los requerimientos de la certificación orgánica se categorizan las fincas como orgánicas y mixtas. Las fincas que poseen únicamente parcelas con cultivos certificados como son el cacao, guayusa o vainilla se catalogan como orgánicas. Mientras que las fincas que además de poseer parcelas con los productos comerciales, tienen parcelas de otros productos alimenticios, realce, bosque, etc., se consideran como producción mixta. La metodología combinó el enfoque agroecológico de Sarandón, centrado en unidades productivas y dimensiones separadas de sustentabilidad, con el enfoque de principios de la FAO aplicado a la cadena de valor bioeconómica. Esta integración permitió capturar aspectos técnicos como sociales y culturales del sistema chakra. Los resultados revelaron que ambos modelos son sustentables, aunque el manejo mixto presentó mayor puntuación en dimensiones ecológicas y sociales. Se identificó que elementos culturales como el paju (saber ancestral dominado por la mujer sobre la siembra de la chakra que se pasa de generación en generación) son clave en la reproducción del sistema y deben ser considerados en cualquier evaluación de bioeconomía. Asimismo, se evidenció que la chakra no es solo una estrategia productiva, sino un modelo territorial basado en la diversidad, la autonomía y la sustentabilidad. Es así que el sistema chakra constituye una práctica concreta de bioeconomía sustentable, y que su reconocimiento depende de marcos metodológicos sensibles a dimensiones socio-culturales.

Palabras clave: bioeconomía, chakra amazónica, cacao, sistema agroforestal, Kallari, kichwa, indicadores, sustentabilidad

A Dios, quien ha sido fortaleza y sustento en esta parte del camino, la naturaleza ha sido ese reflejo de la creación inteligente y perfecta, como un versículo describe *hubo un viento fuerte y un gran terremoto y Dios no estaba ahí, sino en la brisa suave*, esa misma sensación me ha invadido al estar rodeada de la naturaleza.

A mi hija Citlali, a quien deseo un futuro brillante y justo, para ella, pero también para quienes la rodean, seres humanos y no humanos. Que la naturaleza sea una guía también en su caminar. A mi esposo, Gustavo, quien siempre ha estado dispuesto a salir de la burbuja y su zona de confort por conocer nuevas realidades. Esta tesis fue viajada por los tres. A mi mamá quien ha sido un pilar fundamental en esta etapa maternal propia y de retos académicos.

A la Asociación Kallari , a Giovani Grefa, a Alexander Peñaloza y a los socios que me permitieron entrar en sus chakras y conocer un poco más de su labor productiva que los conecta con la tierra para sustento e identidad.

A mi tutor Fernando Larrea, quien con su calma y saber supo guiarme en momentos que no sentía muy claro el camino de esta investigación. Gracias!

Tabla de contenidos

Figuras y tablas.....	11
Introducción.....	15
Capítulo primero: Bioeconomía y sustentabilidad, principales enfoques	19
1. Una nueva economía, diferentes enfoques	19
2. La Bioeconomía en el contexto global	23
3. La Bioeconomía en Ecuador	31
4. La sustentabilidad, sus corrientes y la bioeconomía.....	34
4.1 Dimensiones de la sustentabilidad.....	39
4.2 Medir la sustentabilidad	42
Capítulo segundo: Sistemas Agroforestales y Bioeconomía, la Chakra Amazónica.....	45
1. Agroecosistemas	45
1.1 Tipos de Agroecosistemas	46
1.2 Sistemas agroforestales y la bioeconomía	49
2. El sistema agroforestal de la Chakra Amazónica	51
2.1 La Asociación Kallari	54
2.2 Producción de cacao bajo sistema chakra.....	56
Capítulo tercero: Metodología de la Investigación	59
1. Localidad del estudio.....	59
2. Descripción de la metodología	59
3. Adaptación de marcos metodológicos	62
3.1 Adaptación metodología Sarandón.....	63
3.2 Adaptación metodología FAO – Bioeconomía.....	64
3.3 Esquema del proceso metodológico usado.....	68
Capítulo cuarto: La sustentabilidad del sistema chakra de la asociación Kallari en función de indicadores bioeconómicos	69
1. Características productivas de los productores muestreados en Kallari.....	69
2. Características sociodemográficas de los productores de Kallari	72
3. Descripción de la sustentabilidad de la producción mixta y orgánica en Kallari.....	73
3.1 Sustentabilidad de la producción de Kallari desde indicadores de Bioeconomía de la FAO.....	74
3.1.1 Principio 1: El desarrollo sostenible de la bioeconomía debe apoyar la seguridad alimentaria y la nutrición a todos los niveles	75

3.1.2. Principio 2: La Bioeconomía sostenible debe garantizar que los recursos se conservan protegen e incrementan	76
3.1.3. Principio 3: La Bioeconomía sostenible debe apoyar el crecimiento económico competitivo e inclusivo	78
3.1.4. Principio 5: La Bioeconomía sostenible debe basarse en una mayor eficiencia en el uso de recursos y la biomasa	79
3.1.5. Principio 7: La Bioeconomía sostenible debe hacer un buen uso de los conocimientos existentes, como de tecnologías sólidas y buenas prácticas y cuando corresponda promover la investigación y la innovación	81
3.2 Sustentabilidad de la producción de Kallari desde indicadores de sustentabilidad bajo metodología de Sarandón	82
3.2.1 Sustentabilidad de la producción Kallari en la Dimensión Económica	83
3.2.2 Sustentabilidad de la producción Kallari en la Dimensión Ambiental.....	85
3.2.3 Sustentabilidad de la producción Kallari en la Dimensión Socio-cultural.....	86
3.2.4 Análisis de la sustentabilidad total en la producción Mixta y Orgánica de Kallari..	88
4. Complementariedad y limitaciones en el uso de ambas metodologías FAO y Sarandón.....	91
4.1. Sustento teórico de la selección de ambos marcos metodológicos FAO y Sarandón.....	92
Capítulo quinto: El Sistema Chakra de la asociación Kallari más allá de la perspectiva bioeconómica.....	95
1. Caracterización y ubicación de los productores visitados	95
2. La autosuficiencia alimentaria y la biodiversidad en la Chakra	96
3. La cultura y asociatividad en el Sistema Chakra.....	98
3.1 La trascendencia de la chakra y el pajú en los productores de cacao de Kallari.....	100
4 Limitaciones y líneas de investigación futuras.....	104
Conclusiones	104
Recomendaciones	109
Lista de referencias.....	111
Anexos.....	127
Anexo 1: Acuerdo de confidencialidad y Guía de entrevista aplicada a productores de asociación Kallari	127
Anexo 2. Fotos de visita a productores de cacao de Kallari.....	127

Figuras y tablas

Figura 1. Sistema abierto de la economía.....	20
Figura 2. Principales objetivos de la bioeconomía.....	27
Figura 3. La demanda y la innovación en la bioeconomía en función de la sustentabilidad fuerte.....	37
Figura 4. Matriz de condiciones para una bioeconomía sustentable	39
Figura 5. Dinámicas de las dimensiones en la sustentabilidad fuerte y débil	42
Figura 6. El agroecosistema como un producto de emergencia sistémica de la interacción entre la cultura y la naturaleza, lo cual determina los tipos de agricultura y el paisaje rural	45
Figura 7. Efectos de los diversos agro-ecosistemas, orgánico, de conservación y agroforestería.....	51
Figura 8. Ciclos de tiempo y formación de la chakra amazónica.....	52
Figura 9. Sello del Sistema Participativo de Garantía Chakra Amazónica	53
Figura 10. Estructura básica de la chakra	57
Figura 11. Mapa de los cantones Archidona, Muyuna, Ahuano y Talag donde se establecen los socios de Kallari.....	59
Figura 12. Flujograma de la metodología.....	68
Figura 13. Distribución de parcelas en producción orgánica y mixta con el promedio de hectáreas por parcela.	71
Figura 14. Distribución de género en % de los productores Orgánico y Mixta	72
Figura 15. Distribución en grupos de edad en % de los productores Orgánico y Mixta	73
Figura 16. Distribución de los socios jurídicos % de los productores Orgánico y Mixta	73
Figura 17. Resultados indicadores Principio 1 de la Bioeconomía en la producción Orgánico y Mixta.....	76
Figura 18. Resultados indicadores Principio 2 de la Bioeconomía en la producción Orgánico y Mixta.....	77
Figura 19. Resultados indicadores Principio 3 de la Bioeconomía en la producción Orgánico y Mixta.....	79
Figura 20. Resultados indicadores Principio 5 de la Bioeconomía en la producción Orgánico y Mixta.....	81

Figura 21. Resultados indicadores Principio 7 de la Bioeconomía en la producción Orgánico y Mixta.....	82
Figura 22. Resultados generales de todos los Principios de la Bioeconomía comparando los sistemas productivos orgánico y mixto.....	82
Figura 23. Resultados indicadores de la Dimensión Económica IK en la producción Orgánica y Mixta	84
Figura 24. Resultados indicadores de la Dimensión Económica IK en la producción Orgánica y Mixta	86
Figura 25. Resultados indicadores de la Dimensión Ambiental ISC en la producción Orgánica y Mixta	87
Figura 26. Especies de vegetación usados como alimento o medicina encontrados en la chakra	96
Figura 27. Porcentaje de alimentación obtenido de la chakra	97
Figura 28. Relación entre la producción de cacao, el alimento obtenido de la chakra y el número de personas involucradas en el trabajo de la chakra.....	98
Figura 29. Relaciones y roles del saber ancestral en la chakra.....	99
Figura 30. Dinámicas entre productores, roles de liderazgo e identidad de Kallari.....	100
Figura 31. Productora Margarita Andi de comunidad Mirador	103
Tabla 1. Definiciones de la Bioeconomía.....	24
Tabla 2. Visiones de la bioeconomía	25
Tabla 3. Factores para implementar la bioeconomía en los países	28
Tabla 4. Priorización de las soluciones basadas en la naturaleza dentro de la bioeconomía por nivel de escalamiento y en el sector agrícola	29
Tabla 5. Plan/estrategia para la bioeconomía en Sudamérica.....	31
Tabla 6. Rutas de la bioeconomía en Ecuador, sus industrias e impactos	33
Tabla 7. Diferencias entre Economía Ecológica y Economía ambiental o de los recursos naturales.....	35
Tabla 8. Indicadores de los principios de las dimensiones social y ecológica de la sustentabilidad	40
Tabla 9. Principales indicadores de los servicios de los agro-ecosistemas	46
Tabla 10. Prácticas en la producción orgánica y agroecológica	48
Tabla 11. Datos sociodemográficos y de manejo de sistema chakra en Kallari	55

Tabla 12. Diferencias en los cultivos a nivel nacional de cacao variedad CNN51 y Complejo Nacional.....	58
Tabla 13. Metodologías usadas para evaluar sustentabilidad en la Amazonía Ecuatoriana en sistemas agroforestales o chakra.....	61
Tabla 14. Dimensiones y criterios para evaluar sustentabilidad en Sistema Chakra.....	64
Tabla 15. Adaptación de los indicadores FAO para la Bioeconomía con indicadores del Sistema Chakra.....	65
Tabla 16. Distribución de los cultivos comerciales en los productores Orgánico y Mixta	70
Tabla 17. Detalles del uso de la tierra en la producción de Fincas Orgánicas y Mixtas.	70
Tabla 18. Cálculos y ponderaciones de los Índices de las tres dimensiones de la sustentabilidad	88
Tabla 19. Resultados de los Criterio e Índices de las tres dimensiones de la sustentabilidad	889
Tabla 20. Características sociodemográficas de los productores entrevistados	95
Tabla 21. Dinámicas familiares y conexión con la transmisión del paju	101

Introducción

La bioeconomía se muestra como un concepto polisémico que ha ido mutando en el tiempo. Es Jirí Zeman en Checoslovaquia, quien durante los años 60s usa por primera vez el término Bioeconomía asociándola con una “nueva economía” y Georgescu-Roegen usa el término conectándolo con la incompatibilidad del crecimiento económico con los ciclos naturales de la naturaleza y que pone límites a un sistema económico cerrado s (Georgescu-Roegen 1971, 360) En sus inicios, Europa se convierte en el principal territorio para el desarrollo de visiones, estrategias y políticas alrededor de la bioeconomía especialmente desde los años 2000 y expandiéndose alrededor del mundo (Meyer 2017, 2-3). Se puede resumir que la construcción de la bioeconomía se da alrededor de tres visiones: la biotecnológica que se enfoca en el uso de la tecnología para la transformación de materias primas biológicas en productos transformados, como la industria farmacológica; la de los biorecursos donde se enfoca en la búsqueda del reemplazo de los productos convencionales con orientación hacia los procesos; y, la de la bioecología que busca el desarrollo de sistemas integrados de producción circular y autosustentable: De estas visiones se toman en cuenta sus objetivos, estrategias, actores, así como indicadores para monitorear y evaluar la sustentabilidad de la implementación de estrategias bioeconómicas (Meyer 2017, 9; Bugge, Hansen, y Klitkou 2016, 9-10).

En América Latina y el Caribe se ha definido a la bioeconomía como la transformación y uso sostenible de recursos biológicos y basada en el conocimiento para generar bienes y servicios intermedios y finales (Aguiar 2022; Anlló, Bisang, y Trigo 2018; Chavarría, Trigo, y Rodríguez 2019, 8) Es así que se evidencia una visión claramente utilitaria de los biorecursos en la implementación de la bioeconomía de proyectos productivos sin profundizar en los diversos impactos que se puedan generar, especialmente en los aspectos ambientales y sociales. En el Ecuador, se inserta una noción de la Bioeconomía en el Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021, así como en programas alrededor del biocomercio y la bioeconomía que muestran ciertas convergencias o intercambios entre el uso de los términos (Miño 2020; Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - Senplades 2017, 65). Sin embargo, de manera actual se observa una marcada línea productiva y económica de la bioeconomía, mostrando el gran potencial del uso biorecursos en cadenas de valor agroindustrial como un camino paralelo a la conservación de la biodiversidad, sin tener parámetros claros de los impactos a nivel

económico, social y ambiental (Ortega Pacheco et al. 2018; García 2024; Corporación Nacional de Finanzas Populares y Solidarias – CONAFIPS 2024, 13).

La sustentabilidad en el contexto de la bioeconomía se define como la integración equilibrada de las dimensiones ambiental, social-cultural, económica, en ciertos casos también el nivel institucional, las cuales influyen en el desarrollo sostenible. Esto incluye el monitoreo y la evaluación de los impactos de los productos y procesos biológicos en toda la cadena de valor, desde las materias primas hasta su disposición final (Ugalde et al. 2022, 1809). Para poder lograr este monitoreo es necesario el uso de indicadores de sustentabilidad como herramientas para medir el progreso hacia metas específicas dentro de la bioeconomía, como la producción de bioproductos, el uso de biotecnología y los efectos ambientales sobre la salud humana. Estos indicadores permiten identificar oportunidades y desafíos, y se utilizan para ajustar políticas y estrategias a nivel de territorio o producto (Bracco 2019, 13).

Es corto el camino recorrido por la bioeconomía en Latinoamérica y por lo tanto es necesario entender los impactos que habría al mantener una visión mayoritariamente hacia la sustitución por biorecursos, así como su implementación directa en los territorios considerados con alta biodiversidad (Alzate Cárdenas, Guerrero Molina, y Gonzales Garcés 2022, 21). Esto también debe ser entendido desde la óptica de las relaciones que pueden existir entre la agricultura, la biodiversidad y la diversidad cultural en los llamados paisajes campesinos, donde se entienden a las prácticas ancestrales como la diversidad en los tipos de manejo de los agroecosistemas y que se encuentran ligados directamente con la sustentabilidad de los territorios (Poso 2020, 10).

El construir indicadores que permitan evaluar al modelo bioeconómico que se está generando en Ecuador como un modelo de desarrollo desde aspectos socioeconómicos y biológicos, se puede volver una tarea compleja pero necesaria. Los indicadores se construyen como valores para medir o cuantificar diversos aspectos como la eficiencia en el uso de recursos naturales, la generación de empleo y riqueza en las comunidades locales, el valor agregado a través de la transformación de productos biológicos, la contribución a la conservación y restauración de ecosistemas, etc. (Bracco 2019; Egenolf y Bringezu 2019, 8). Evaluar la bioeconomía en proyectos productivos requiere un enfoque integral que considere tanto los aspectos económicos como los ambientales y sociales, con indicadores específicos adaptados a las características y objetivos de cada proyecto.

En este sentido, es importante aterrizar un estudio en un territorio y entender las dinámicas productivas que se generan en el entorno. Es así como, en el marco de la presente propuesta de investigación, se escoge el sistema productivo de la chakra, el mismo forma parte de los Sistemas Importantes del Patrimonio Agrícola Mundial . Estos sistemas se caracterizan por combinar en su producción la seguridad alimentaria y los medios de subsistencia, agrobiodiversidad, sistemas de conocimientos locales y tradicionales, culturas, sistemas de valores y organizaciones sociales y características del paisaje (FAO 2023). La chakra es el sistema de producción emblemático de la región amazónica con mayor representatividad en la provincia del Napo, en donde se han generado diversos proyectos productivos vinculados al manejo de la chakra kichwa amazónica

Existen trabajos donde se estudia la sustentabilidad en proyectos productivos en la Amazonía, haciendo uso de diversas metodologías. En su trabajo, Pinedo-Taco et al. (2021) realizó una revisión sistemática de metodologías usadas para evaluación de sustentabilidad de los sistemas de producción agrícola, donde encontró 22 marcos o propuestas metodológicas, donde los más usados han sido el marco MESMIS (Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad); el Marco SAFE (Sustainability Assessment of Farming and the Environment Framework - SAFE), el método Presión Estado Respuesta (PER); el Marco FESLM (Framework for Evaluating Sustainable Land Management - FESLM) y el Método IICA. Sin embargo, la literatura también mostró el desarrollo de otras metodologías con enfoque más multicriterial y con integración o no de indicadores en la región amazónica: está la Metodología para evaluar sustentabilidad en la región amazónica ecuatoriana (MESRAE) (Macas et al. 2020), otra metodología participativa desarrollada por Bravo et. al, (2014) donde se usaron 25 indicadores, 13 ambientales y 12 socio-culturales. En el año 2024 en la Amazonía ecuatoriana se lanza el “Libro Blanco de la Bioeconomía” donde se menciona a la metodología Análisis de Ciclo de Vida pero que únicamente evalúa impactos ambientales (García, 2024).

El objetivo general de la presente investigación fue la de identificar aquellos indicadores de enfoque multicriterio que pueden ser usados para evaluar y categorizar la sustentabilidad dentro de un proyecto productivo de enfoque bioeconómico en productores de cacao bajo sistema productivo agroforestal de la asociación Kallari. Los objetivos específicos se enmarcaron en caracterizar el sistema agroforestal de la chakra Amazónica para la producción de cacao de la asociación Kallari entre los tipos de

producción orgánica y mixta, evaluar la sustentabilidad de los tipos de producción orgánica y mixta del cultivo de cacao a través de indicadores adaptados para proyectos de bioeconomía y fundamentar el potencial del sistema chakra como iniciativa de bioeconomía territorial desde un enfoque de sustentabilidad.

Es así como, esta investigación usó como caso de estudio al modelo productivo de la Asociación Kallari bajo sistema de producción chakra con enfoque en el cultivo de cacao en grano orgánico en diversas fincas de productores socios, ubicadas en diversos cantones del Tena, provincia de Napo. Para la evaluación de la sustentabilidad se adaptó la metodología de Santiago Sarandón (1999) usada en estudios en agroecología y la metodología usada por la FAO para evaluación de Bioeconomía. Como fuente de información se usaron 137 fichas del Sistema de Gestión Interna de Kallari donde se encontraba información relevante a la productividad, manejo y esquema chakra en forma de 33 preguntas para realizar los cálculos de evaluación de sustentabilidad en forma de principios de la bioeconomía y dimensiones económica, social y ambiental. Igualmente se realizaron visitas a productores para entrevistarlos alrededor de las prácticas del sistema chakra desde un enfoque socio-cultural.

El capítulo primero abordará como la bioeconomía emerge como una propuesta alternativa al modelo económico neoclásico, como ha ido tomando forma a nivel global, regional y en el contexto ecuatoriano; así como su relación con la sustentabilidad y sus dimensiones. El capítulo segundo hablará sobre los tipos de agroecosistemas, la descripción del sistema agroforestal dentro del contexto de la chakra amazónica y en este contexto el cultivo del cacao como producto comercial en este sistema agroforestal. El capítulo tercero describe la metodología usada que adapta dos metodologías, una descrita por Sarandón (2006, 22-24). para producciones agroecológicas y la otra de la FAO enfocada en bioeconomía haciendo uso de las fichas del Sistema de Gestión de Calidad Interno de Kallari. El capítulo cuarto mostrará los resultados obtenidos del análisis de los indicadores de sustentabilidad en las dimensiones de la misma, así como en base a los principios de la bioeconomía. Finalmente, el capítulo quinto hará una reflexión desde una perspectiva más descriptiva de las características socio-culturales de la chakra amazónica en la sustentabilidad de los territorios más allá de los hallazgos cuantitativos de la bioeconomía.

Capítulo primero

Bioeconomía y sustentabilidad, principales enfoques

1. Una nueva economía, diferentes enfoques

Es difícil encontrar el momento preciso cuando la ecología, el ambiente o la naturaleza entran en la discusión de la economía en su forma neoclásica en nuestra era moderna. Sin embargo, existen académicos desde las ciencias ecológicas, económicas, estadísticas que comienzan a cuestionar que la economía en la forma tradicional de la era industrial era incompatible con la palestra del desarrollo económico global. El ecólogo Eugene Odum (1968, 13) quien realizó trabajos alrededor del concepto ecosistema y posteriormente en uno de sus trabajos más importantes *Flujos de Energía en Ecosistemas: una revisión histórica*, analiza modelos para medir biomasa, funciones y salidas aplicados tanto a las poblaciones como a cadenas productivas. Igualmente en 1970 el físico y economista Robert Ayres, los economistas Allen Kneese y Ralldh D'Arge en facultades de Comercio e Industria, comenzaron a estudiar el balance de los materiales en los procesos industriales, mostrando el alcance e influencia que la ecología comenzó a tener en muchísimos campos de la ciencia e industria (Kneese, Ayres, y d'Arge 1970, 75 - 85).

De forma simultánea, pero con una visión más profunda desde la evidencia científica de la física y su conexión con los recursos naturales requeridos para cualquier proceso industrial, Georgescu-Roegen, un estadístico rumano con estudios en matemática empieza a discutir más profundamente el camino que seguía tomando el llamado *crecimiento económico* (Mayumi 2009, 1238) Estuvo también involucrado con estudiosos del mercado y el comportamiento consumista como Joseph A. Schumpeter con quien exploró mucho más la dinámica social de la economía (Fragio Gistau 2020, 134)

Para el año 1971, escribe su obra *La Ley de la Entropía y el Proceso Económico* que busca reformular a la ciencia económica como una nueva economía tomando en cuenta dos pilares fundamentales: la naturaleza exomática¹ de la evolución humana y los cambios cualitativos e irreversibles del proceso económico. Donde en el primer pilar se relaciona la producción de externalidades en el proceso de transformación industrial que

¹ Este término fue desarrollado por el biólogo Alfred Lotka refiriéndose a que el humano es una especie que ha evolucionado de forma exomática ya que usa 'órganos' externos a su biología, como herramientas para la vida diaria. Lo que los economistas llaman equipo de capital, dentro los factores de producción (Boulescu 2015)

se maneja con la manufactura, además enfatiza el problema de los límites en cuantía de los recursos naturales de donde parte cualquier proceso económico. El segundo pilar es la introducción de los cambios cualitativos en la economía, los mismos que son centrales en las ciencias de la vida y las ciencias sociales, como ejemplo coloca la importancia de estudios históricos y organizacionales en la ciencia de la economía (Georgescu-Roegen 1971, 11-18)

Estos pilares mencionados anteriormente se sostienen en función de considerar al sistema económico como un sistema abierto que mantiene constante interacción con el medio ambiente del cual se obtiene los recursos para su transformación y se devuelven en este mismo sistema los residuos generados como se observa en la Figura 1. Esto último es lo que conectó Georgescu-Roegen con la Segunda Ley de la Termodinámica o Ley de la Entropía, en función de la continua e inevitable degradación que sufre la materia-energía en el proceso de transformación, es decir el uso de un recurso en su forma más natural que se considera que tienen una baja entropía para ser transformados en bienes o servicios que generan productos de desecho con una alta entropía, los cuales generan una presión directa al medio ambiente. Otra noción importante es que la decisión de que recursos usar en función de su disponibilidad o no disponibilidad es una decisión tomada por el humano según intereses o necesidades. Este aspecto contrasta directamente con la visión tradicional que ve al sistema económico como un mecanismo de flujo circular dentro del valor monetario (Aguilera Klink y Alcantara 1994; Martínez-Alier y Roca Jusmet 2015).

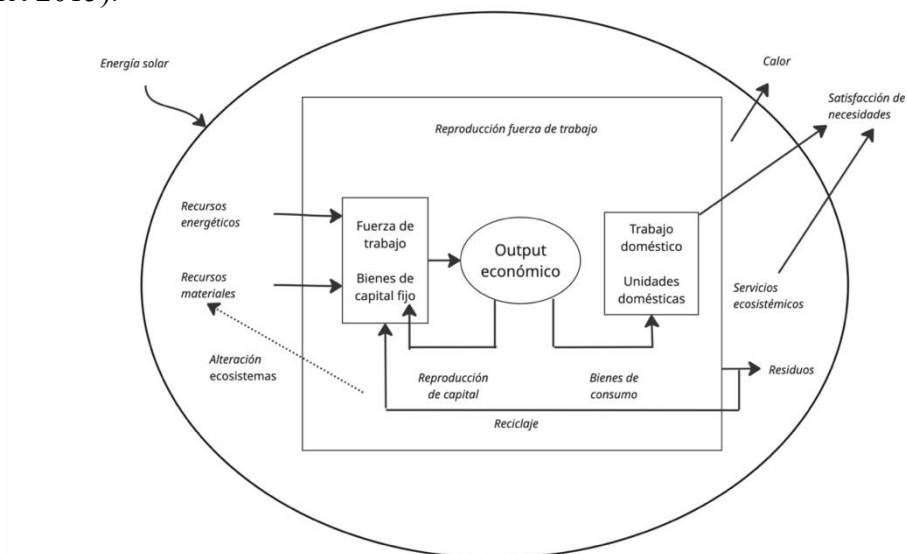


Figura 1. Sistema abierto de la economía

Fuente y elaboración: Adaptada a partir de Martínez-Alier y Roca Jusmet (2015)

Otro de los conceptos ampliamente discutido por Georgescu-Roegen fue el flujo de los materiales tanto en función del material como de la energía necesaria o producida

en el proceso de transformación. Esto implica que en un sistema cerrado como es la tierra como planeta, es prácticamente imposible un completo reciclaje, donde la energía o la materia no pueden convertirse en el uno o en el otro como un proceso de recuperación; por ello se vuelve difícil analizar que tecnología de recuperación produce más energía y menor materia o viceversa y cual es mejor en términos ambientales. En este mismo concepto, la materia que sale de un proceso de transformación sería el desperdicio, sin embargo, el reciclar este desperdicio no es verdaderamente efectivo dentro del esquema económico tradicional, debido a que las estructuras a larga escala necesarias para tratar todo el desperdicio de la industria moderna, vuelve insostenible a la propuesta. (Georgescu-Roegen, 1977 citada en Bonauti 2011, Aguilera Klink 1996:)

Con estas premisas se observa cómo se reconceptualiza de manera profunda el modelo económico tradicional y se hace duras críticas al mismo. Muchos autores sentaron sus discusiones en estas bases fundamentales de Georgescu-Roegen para dar a luz a lo que se conoce como Economía Ecológica (Mayumi 2001, 14). El término se empezó a usar más fuertemente por autores mucho más críticos y que enfatizaban sus discusiones en torno a generar un sistema de conocimiento diferente con un alcance mucho más amplio que integra aspectos institucionales, sociales, éticos y de poder; buscando comprender la interrelación mutua entre las actividades económicas, ecosistemas y sistemas sociales (Caro-Ramírez 2016, 179; Martínez-Alier y Roca Jusmet 2015, 274). Otro aspecto central en la Economía Ecológica es su crítica a la valoración monetaria con la que se trata de abordar los problemas ecológicos, mientras que la economía convencional intenta internalizar las externalidades, que son los impactos físicos como la contaminación a términos monetarios pero que es incapaz de conectar otros factores como el dar un valor monetario a aspectos sociales que difieren en cada sociedad (Mayumi 2001, 105)

Ahora, ¿cómo el término de la Bioeconomía entra en la discusión de este nuevo paradigma del sistema económico? En un inicio como autor, Georgescu-Roegen empieza explorando bases conceptuales que se discutieron previamente sin usar la palabra Bioeconomía como un sinónimo de su nuevo modelo propuesto. Es más, se conoce que el término *Bioeconomía* fue usado primeramente por el filósofo checo Jirí Zeman quien durante los años 60s influyó directamente en el pensamiento de Georgescu-Roegen, a quien le pareció apropiado usar este término conectándolo con el desarrollo conceptual de su enfoque económico (Bonauti 2014, 52 citada en D'Alisa 2014). Posteriormente, empieza a concretar conceptualmente a la bioeconomía, y usa por primera vez el término Bioeconomía en una forma conceptual más amplia en su artículo *Bioeconomics, a new*

look at the nature of economic activity donde profundiza que la Bioeconomía desde su propuesta es una nueva perspectiva de entender la actividad económica fundamentada en la evolución biológica y la escasez de los recursos naturales. Aquí es donde postula la incompatibilidad del crecimiento económico con los límites planetarios proponiendo un programa bioeconómico mínimo (Georgescu-Roegen 1976, 126)

A pesar de las bases epistemológicas que Georgescu-Roegen sentó sobre la Bioeconomía en sus obras, todo el concepto ha ido transitando y separándose en escuelas de pensamiento y en tipos de Economía. La discusión del impacto ambiental del proceso económico no ha sido ajena a los economistas neoclásicos, quienes por un lado han continuado viendo al sistema económico como un sistema cerrado al enfocarse en la problemática de las externalidades y la distribución eficiente de los recursos no renovables, a lo largo del tiempo y entre distintas generaciones, siendo esta la que se conoce como Economía Ambiental (Pigou 1920, 23 citado en (Aguilera Klink y Alcantara 1994; Hartwick 1977; Herrán 2012, 2).

Sin embargo, de manera paralela junto con las propuestas de Georgescu-Roegen, otros economistas vieron la necesidad de hacer la discusión mucho más crítica y no dejarla en una mera discusión económica, naciendo así la Economía Ecológica. La misma hace énfasis en que la economía es un sistema abierto y de manera mucho más profunda su escala de medición del valor no es monetaria, sino que ese valor es multidimensional y plural, además que existen cuestiones especialmente sociales, culturales y sociales que no pueden ser medidas ni calculadas (Naredo 2018; Aguilera Klink 1996; Kapp 1976, 91).

A pesar de estas corrientes bien marcadas y el largo camino que han tomado los conceptos centrales estipulados por Georgescu-Roegen, la Bioeconomía emerge con fuerza desde un contexto político en el continente europeo en la década de los ochenta con un enfoque claramente tecnológico y de innovación (Patermann y Aguilar 2018, 1-2). La orientación que toma la bioeconomía en ese sentido es la de priorizar la gestión eficiente y sostenible de la biodiversidad y la biomasa en el proceso de producción de nuevos productos que se basen en el conocimiento (European Commission, s. f.).² Es así que la bioeconomía se muestra como una ruta donde la necesidad de un mercado se conecta con la tecnología buscando un balance entre la producción con el equilibrio

² La biomasa se considera a todo recurso natural que es la entrada para cualquier proceso de transformación y que se genera un producto o servicio.

ecológico, alejándose del cambio de paradigma que originalmente buscaba Georgescu-Roegen.

2. La Bioeconomía en el contexto global

Como se mencionó anteriormente, en sus inicios Europa se convierte en el principal territorio para el desarrollo de visiones, estrategias y políticas alrededor de la bioeconomía especialmente desde los años 2000 y expandiéndose alrededor del mundo. La Comisión Europea (CE) empezó desde 1982 a generar programas que impulsaran la investigación pero con una cercana participación del sector industrial con proyectos como el llamado Cell Factory que duró de 1998 a 2002 cuyo objetivo fue dominar industrialmente el uso de células vivas (humanas, animales, vegetales y microbianas) para desarrollar nuevos medicamentos, alimentos funcionales, enzimas industriales y procesos más sostenibles (German Bioeconomy Council 2015, 11). Con el éxito de este programa se dio paso al *Knowledge-Based Bio-Economy o Bioeconomía Basada en el Conocimiento*, la cual es propuesta por la Organización por la Cooperación Económica y Desarrollo (OECD) en 2004 bajo el nombre de *Biotechnología por el crecimiento sustentable y el desarrollo*, nuevamente la Comisión Europea en el 2012 lanza la estrategia Innovación para el crecimiento sustentable, siendo la misma renovada en el 2018 (Meyer 2017, 2-3; Liobikiene et al. 2019,2).

El principal énfasis inicial que tuvo la bioeconomía en Europa fue la de potenciar el reemplazo de combustibles fósiles por aquellos de recursos de la biomasa y a su vez generar un incremento de la productividad agrícola. Posteriormente en el 2007, la Comisión Europea propuso que la bioeconomía debía enfocarse en la transformación del conocimiento de las ciencias naturales en productos sustentables, ecoeficientes y competitivos; basándose en dos dimensiones; el enfoque de la perspectiva de la innovación biotecnológica y de la sustitución de los recursos (Birner 2018; Meyer 2017, 3). A continuación, en la Tabla 1, se muestran las diferentes definiciones que ha tomado la bioeconomía en el mundo, propuestas por diferentes entidades y organizaciones; se observa claramente un enfoque de incremento de producción junto al uso de la tecnología.

Tabla 1
Definiciones de la Bioeconomía

Definición	Entidad y año
La bioeconomía emergente probablemente involucre tres elementos: el uso de conocimientos avanzados sobre genes y procesos celulares complejos para desarrollar nuevos procesos y productos, el uso de biomasa renovable y bioprocesos eficientes para respaldar una producción sostenible, y la integración del conocimiento y las aplicaciones biotecnológicas en todos los sectores.	Organization for Economic Co-operation and Development - (OECD 2009, 22)
La producción de recursos biológicos renovables y la conversión de estos recursos y flujos de desechos en productos de valor agregado, como alimentos, piensos, productos biobasados y bioenergía.	(European Commission: Directorate-General for Research and Innovation 2012, 8)
Bioeconomía es la producción basada en el conocimiento y el uso de biomasa regenerativa para suplir productos, procesos y servicios en todos los sectores dentro de un sistema económico sostenible futuro	(<u>German Bioeconomy Council 2015, 7</u>)
La producción y utilización de recursos biológicos basada en el conocimiento, junto con procesos y principios biológicos innovadores, para proporcionar de manera sostenible bienes y servicios en todos los sectores económicos.	(“Global Bioeconomy Summit” 2018, 17)
La bioeconomía es la utilización intensiva de conocimientos en recursos, procesos, tecnologías y principios biológicos para la producción sostenible de bienes y servicios en todos los sectores de la economía	Instituto Iberoamericano de Cooperación para la Agricultura, 2018. (<u>Chavarría, Trigo, y Rodríguez 2019, 4</u>)
La Bioeconomía refuerza las interconexiones entre: i) el uso y manejo sostenible de la biodiversidad y sus componentes, ii) agricultura sustentable y regenerativa y iii) soluciones basadas en la naturaleza	Comisión Económica para América Latina y el Caribe - CEPAL 2020
La bioeconomía es la producción, utilización y conservación de los recursos biológicos, incluidos el conocimiento, la ciencia, tecnología e innovación para generar información, productos, procesos y servicios a lo largo de todos los sectores apoyando una economía sustentable	Organización Mundial para el Alimento FAO 2021, (<u>Meza y Rodríguez 2021, 4</u>)

Fuente y elaboración: Adaptada a partir de las indicadas en la tabla

Se puede resumir que la construcción de la bioeconomía se da alrededor de tres visiones: la biotecnológica que se enfoca en el uso de la tecnología para la transformación de materias primas biológicas en productos transformados, como la industria

farmacológica, la de los biorecursos donde se enfoca en la búsqueda del reemplazo de los productos convencionales con orientación hacia los procesos y la de la bioecología que busca el desarrollo de sistemas integrados de producción circular y autosustentable, de estas visiones se toman en cuenta sus objetivos, estrategias, actores, así como indicadores para monitorear y evaluar la sustentabilidad de la implementación de estrategias bioeconómicas (Bugge, Hansen, y Klitkou 2016, 9). Como se observa en la Tabla 2, existen diferencias en torno al problema que busca responder la bioeconomía y los diferentes enfoques que usa desde el tecnológico, económico y social; en el enfoque ambiental se entiende como un eje transversal entre las tres visiones y que se mantiene bajo un esquema de producción; aunque la visión ecologista habla de una disminución de los insumos se usa como herramienta principios de economía circular ³

Tabla 2
Visiones de la bioeconomía

Tema	Visión centrada en la biotecnología	Visión centrada en los recursos	Visión ecológica
Diagnóstico del problema	Potencial no aprovechado de la biotecnología para el crecimiento económico; innovaciones radicales	Ineficiencias en las prácticas agrícolas, métodos de procesamiento y productos	Sistemas agroecológicos intensivos que interrumpen los ciclos de recursos, minimizan la dependencia de insumos externos, socavan la hegemonía del mercado y desconectan a los consumidores del conocimiento de la producción de alimentos
Enfoque tecnológico	Biología y ingeniería genética	Desarrollo interdisciplinario y orientado a procesos de nuevas tecnologías	Técnicas y métodos agroecológicos para el uso sostenible de recursos naturales locales
Enfoque del conocimiento	Conocimiento de las ciencias de la vida; producción de conocimiento intensiva en capital	Conocimiento científico para el uso inteligente de recursos	Conocimiento experimental y colectivo de los agricultores; conocimiento científico para el desarrollo sostenible
Acceso al conocimiento	Conocimiento privatizable	Alianzas público-privadas	Intercambio abierto de información y recursos biológicos
Enfoque económico	Capitalizar la biotecnología	Capitalizar los biorrecursos	Capitalizar los ecosistemas
Prácticas económicas	Aplicación de biotecnología en varios sectores; conocimiento propietario (ej. patentes)	Conversión de biomasa en nuevos productos mediante nuevas tecnologías y cadenas de valor; minimización de residuos; producción y uso en cascada	Énfasis en la calidad de los alimentos y la cultura alimentaria

³ La economía circular se enfoca en la disminución de los desechos que se generen en un proceso productivo para hacerlo más eficiente, no toma en cuenta límites biofísicos o planetarios de la biomasa usada.

Impulso económico	Competitividad internacional	Competitividad nacional mediante el desarrollo de cadenas de valor; desarrollo rural y regional	Provisión de bienes públicos como biodiversidad, paisajes y desarrollo rural
Enmarcado de la sostenibilidad	Crecimiento económico y sostenibilidad inherente declarada	Crecimiento económico y sostenibilidad débil	Sostenibilidad integrada y fuerte
Enfoque espacial	Economía globalizada; número limitado de regiones líderes en innovación	Vinculación de la producción agrícola con la energética; cadenas de valor nacionales o regionales; desarrollo rural y urbano	Relocalización de la producción y consumo agroalimentario y energético; identidades territoriales
Comprensión del uso de la tierra	Uso de tierra para biomasa y cultivos multifuncionales	Uso de tierra para biomasa y cultivos multifuncionales	Uso multifuncional de la tierra; multifuncionalidad territorial
Enfoque de la producción agrícola	Cultivos genéticamente modificados	Intensificación sostenible mediante mayores rendimientos, uso más eficiente de insumos; manejo basado en ciencia y datos ("gestión externa")	Producción agroecológica con ciclos cerrados de nutrientes y energía, mayor fertilidad del suelo, alta diversidad y reducción de insumos externos
Enfoque del producto	Productos industriales, biocombustibles, bioenergía	Productos industriales, bioenergía	Alimentos
Enfoque de calidad del producto	Nuevas cualidades mediante investigación biológica y tecnologías emergentes como biología sintética, proteómica y bioinformática	Cualidades conceptuales de la biomasa: identificadas, cuantificadas, estandarizadas, extraídas, descompuestas y recompuestas según su valor de mercado	Cualidades integrales de la biomasa caracterizadas por métodos de cultivo, valor cultural y/o identidad territorial de la producción
Enfoque de utilización de recursos en origen	Uso más eficiente de recursos de biomasa mediante nuevas tecnologías de conversión y productos múltiples	Producción sostenible de biomasa	Reducción de la demanda de biomasa mediante economía circular e innovación social (ej. consumo sostenible)

Fuente y elaboración: Adaptada a partir de Levidow (2011); Levidow, Birch, y Papaioannou (2012); Schmid, Padel, y Levidow (2012); Marsden (2012)

Dentro de la construcción de agendas alrededor de la bioeconomía, Alemania ha sido el país que más ha aportado con agendas políticas, así como con publicaciones científicas a nivel mundial de temas de bioeconomía. De esta producción científica se pueden definir que hay tres categorías que a nivel mundial están tomando relevancia, la biorrefinería y proceso de transformación de residuos para una industria sostenible, la

transición hacia un mundo bioeconómico y la bioenergía hacia el futuro sostenible (Perea Mosquera, Gaviria Arias, y Barrera Rodríguez 2021, 24-25).

La bioeconomía de forma global intenta conectar su camino de implementación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y su cumplimiento a nivel global. Es así que en la construcción de las vías de la bioeconomía desde una perspectiva de los diversos actores se ha encontrado una principal preocupación por aquellos ODS que impliquen la protección, restauración y uso sostenible de los ecosistemas terrestres, el hambre cero y alcanzar la seguridad alimentaria y desarrollar patrones de consumo y producción sostenibles (Zeug et al. 2019, 11). En este mismo sentido se han descrito los principales objetivos de la Bioeconomía, como la seguridad alimentaria, consumo final sostenible, producción sostenible e infraestructuras sostenibles como se observa en la Figura 2 donde los pilares de la sustentabilidad intersectan para dar con estos objetivos (Egenolf y Bringezu 2019, 7-8).

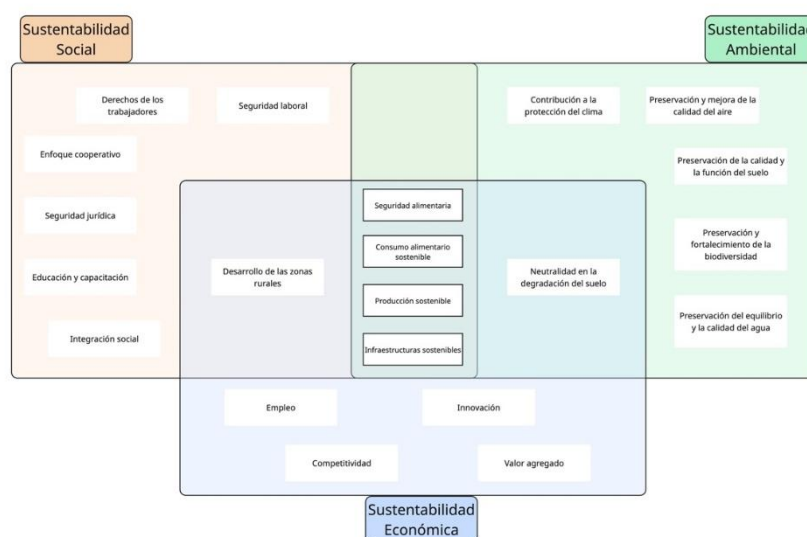


Figura 2. Principales objetivos de la bioeconomía

Fuente y elaboración: Adaptada a partir de Egenolf y Bringezu (2019)

La Bioeconomía ha ido abriéndose paso en el ámbito político con la implementación de políticas y estrategias a nivel nacional por diversos países en el mundo. Las cuales se sostienen en cinco factores que se sugiere sean fomentados dentro del contexto de la bioeconomía en cada país, igualmente deben construirse dentro de un marco de principios que se puede resumir como: 1. La seguridad alimentaria es prioridad, 2. Rendimiento sostenible que no comprometa el potencial de regeneración, 3. Enfoque de cascada, donde la biomasa se asigne a uso de mayor valor, 4. Circularidad con la

reutilización de los residuos de producción y 5. Diversidad en torno a los productos, las escalas, procesos y tecnologías de producción (Tabla 3) (Pietzsch 2020, 160).

Tabla 3
Factores para implementar la bioeconomía en los países

Factor	Implicaciones
Condiciones naturales	Las condiciones naturales (tierra y clima) determinan la ventaja para producir biomasa. Países con escasos recursos deben centrarse en innovación biotecnológica.
Recursos laborales	La formación y educación especializada del personal es clave; los gobiernos pueden influir invirtiendo en capacitación.
Recursos del conocimiento	La investigación pública y privada es esencial; se requieren políticas para fomentar la innovación.
Recursos de capital	Es necesario contar con capital, especialmente de riesgo, para inversiones en toda la cadena de valor.
Infraestructura	Infraestructura en transporte y TICs es fundamental; debe adaptarse a la estrategia bioeconómica elegida.

Fuente y elaboración: Adaptada a partir de German Bioeconomy Council (2015)

El surgimiento de la bioeconomía suele asociarse directamente con una mayor sostenibilidad, sin embargo, diversas controversias sugieren dudas sobre esta relación supuesta. Es así que se han desarrollado investigaciones que buscan poner atención a la pregunta de cómo la bioeconomía podría contribuir a un futuro más sostenible de manera integral y que se adapte a las realidades de cada país, además enfatizar que la bioeconomía debería abordarse de manera más interdisciplinaria o transdisciplinaria. En este sentido de forma paralela al desarrollo de la bioeconomía se empieza a hacer uso de la estrategia denominada *Soluciones basadas en la naturaleza* igualmente con un enfoque global que busca generar “acciones para proteger, gestionar de manera sostenible y restaurar ecosistemas naturales o modificados que aborden desafíos sociales de manera eficaz y adaptativa, proporcionando simultáneamente bienestar humano y beneficios para la biodiversidad” (Meza y Rodríguez 2022, 12). Teniendo una clara conexión con los enfoques internacionales de la bioeconomía y las políticas en construcción.

El Consejo de la Bioeconomía lanza la encuesta *El futuro de las oportunidades y desarrollo de la Bioeconomía- encuesta global de expertos* con la participación de 4331 expertos de varias ramas de más de 46 países categorizados en aquellos con Bioeconomías

de alta tecnología, Bioeconomías Diversificadas Emergentes, Bioeconomías Diversificadas, Bioeconomías Avanzadas basadas en sectores primarios y Bioeconomías basadas en sectores primarios básicos.⁴ Los principales hallazgos permitieron avizorar que el principal enfoque a escala mundial es desde el eje de la tecnología, desde esta línea se busca que la misma pueda incrementarse desde la productividad en el sector primario, esto conectado con el requisito intrínseco del prerrequisito de la disponibilidad de la biomasa para cualquier tipo de innovación en la bioeconomía; sin embargo a esto se le suma una de las principales preocupaciones que es el proveer del alimento suficiente a la población mundial. Es así, que los principales enfoques en torno a este aumento de la producción primaria son la reducción de pérdidas y desperdicio a lo largo de la cadena productiva y de suministro, el incremento de la producción usando innovaciones -nuevas variedades de plantas y semillas y el incremento de los rendimientos usando métodos mejorados de producción como se observa en la Tabla 4 en orden de priorización de las soluciones basadas en la naturaleza (Von Braun y Lang 2018, 16-19).

Tabla 4
Priorización de las soluciones basadas en la naturaleza dentro de la bioeconomía por nivel de escalamiento y en el sector agrícola

Por nivel de escalamiento	Sector agrícola
Mejoramiento de la cobertura del suelo	Desarrollo y uso de variedades resistentes
Agroforestería	Diversificación de cultivos
Manejo integrado de fertilidad del suelo	Sistemas agropastoriles
Manejo integrado de ganado	Conservación del suelo
Manejo de tierras para pastos y forrajes	Control biológico de enfermedades y plagas

Fuente y elaboración: Adaptada a partir de Meza y Rodríguez (2022); Von Braun y Lang (2018)

Es así que, las visiones de la bioeconomía descritas demuestran que el camino que los países alrededor del mundo están tomando en torno al desarrollo e implementación de la bioeconomía en sus realidades, siguen claramente la línea de la productividad desde la generación de la biomasa. Esto deja dudas aún de como la bioeconomía realmente no rompe con el paradigma inicial que catapultó todo el pensamiento de Georgescu-Roegen como una nueva forma de pensar al sistema económico.

⁴ El Consejo de la Bioeconomía es una organización de carácter independiente que asesora al Gobierno Alemán sobre la implementación de la Estrategia Nacional de Investigación – Bioeconomía 2030.

2.1 Bioeconomía desde visiones no occidentales

Desde visiones no occidentales, particularmente desde los enfoques latinoamericanos, la bioeconomía se concibe como una construcción biocultural que reconoce la profunda interdependencia entre los seres humanos y la naturaleza. Esta perspectiva rompe con el paradigma moderno, dualista y utilitarista, que históricamente ha instrumentalizado los ecosistemas al servicio del crecimiento económico. En su lugar, se promueve una visión que integra las cosmovisiones indígenas, afrodescendientes y campesinas, en las que la naturaleza no es un recurso, sino un ser vivo, fuente de vida, sujeto de derechos y parte constitutiva de la comunidad. Este giro epistémico implica entender la economía no desde la acumulación de valor, sino desde la reciprocidad, el respeto y el cuidado mutuo, y plantea nuevas formas de organización productiva sustentadas en valores no mercantiles (Ramírez Hernández et al. 2025)

Autores como Ortiz y Cely-Santos (2023) proponen una bioeconomía territorializada, anclada en los saberes ancestrales y en las prácticas locales que articulan lo ecológico, lo social y lo cultural. En contextos rurales de América Latina, como en los sistemas agroforestales cafeteros en Colombia, se encuentran formas de producción que entrelazan biodiversidad, memoria territorial y sostenibilidad, desbordando los límites del modelo extractivista. Estas experiencias, basadas en el buen vivir y la soberanía comunitaria, muestran cómo la bioeconomía puede convertirse en una vía para fortalecer economías solidarias, promover la justicia ecológica y consolidar la autodeterminación de los pueblos sobre sus territorios, revalorizando lo local y reconfigurando las relaciones entre cultura y naturaleza.

Desde una mirada crítica y profunda de las economías alternativas, el uruguayo Eduardo Gudynas (2015; 2003) señala que una llamada economía ambiental dominante reproduce formas de extractivismo verde, donde el discurso de sostenibilidad es capturado por la lógica mercantil. Sus planteamientos exigen pasar de una economía basada en la eficiencia y la biotecnología, a una economía biocultural, donde el eje no sea la producción sino la vida, los derechos de la naturaleza y el bienestar de los pueblos. En la misma línea, el mexicano Enrique Leff (2004) aporta un marco epistemológico que invita a descolonizar el pensamiento económico, proponiendo una racionalidad ambiental que fluya desde los saberes del Sur Global, en los que el conocimiento local, la historia territorial y la diversidad biocultural son centrales en la configuración de nuevas políticas y modelos de desarrollo alternativos.

Es así que, la bioeconomía desde enfoques no occidentales no busca únicamente producir

bienes con valor de mercado, sino reconstruir vínculos entre los seres humanos y los ecosistemas, desde la pluralidad de conocimientos y formas de vida. Esta perspectiva propone una economía para la vida, que pone en el centro la regeneración de los ecosistemas, la justicia social, la cultura y el respeto a los límites planetarios. Así, América Latina no solo es un territorio rico en biodiversidad, sino también en propuestas civilizatorias que, desde la agroecología, la territorialidad indígena y la economía solidaria, ofrecen alternativas concretas para construir un futuro sostenible, justo y verdaderamente incluyente.

3. La Bioeconomía en Ecuador

Como se vió anteriormente, la bioeconomía ha trascendido latitudes, pero con un mensaje similar que se multiplica en cada país y Latinoamérica no es la excepción. En esta región la bioeconomía ha tomado varios enfoques dependiendo de la visión de implementación que cada país tome. Como se observa en la Tabla 5 los países sudamericanos se encuentran adoptando a la bioeconomía con la adopción de estrategias, programas, planes de acción y hasta políticas en algunos casos. Si bien los países sudamericanos ya van desde el 2016 desarrollando la bioeconomía se muestran aún con una falta de marco integrador entre las estrategias y que sean motivadas por un cambio estructural y de sustentabilidad que busque remediar la pérdida de biodiversidad y asegurar la provisión de alimento para las comunidades (Aguilar 2022, 3).

Tabla 5
Plan/estrategia para la bioeconomía en Sudamérica

País	Título del documento	Año
Argentina	Bioeconomía Argentina: modelos de negocios para una nueva matriz productiva	2017
Bolivia	Política y Estrategia Plurinacional para la Gestión Integral y Sustentable de la Biodiversidad 2019–2025	2018
Brazil	Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Bioeconomia	2018
Chile	Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile	2021
Colombia	Colombia hacia una bioeconomía basada en el conocimiento: bioproductos y nuevos bienes de una sociedad impulsada por el conocimiento	2020
Ecuador	Estrategia Nacional de Biodiversidad 2015–2030	2016
Paraguay	Política y Programa Nacional de Bioeconomía Agropecuaria y Forestal del Paraguay	2021
Uruguay	Plan de acción en Economía Circular	2019

Fuente y elaboración: Adaptada a partir de Aguilar (2022)

Si bien, Ecuador fue el primer país en la región que estableció una estrategia nacional conectada con la bioeconomía, sus inicios no establecieron principios,

programas o planes alrededor de la bioeconomía en sí. Se lanzó la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2015–2030, con el objetivo de incorporar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en la gestión de políticas públicas. Esta estrategia busca el reconocimiento de la biodiversidad como un recurso base para la transformación productiva y por ende su impacto directo en el crecimiento económico. Bajo esta estrategia se desarrolló una Agenda Nacional de Investigación sobre la Biodiversidad, así como el fortalecimiento del Instituto Nacional de Biodiversidad (INABIO) y con el objetivo de fomentar la investigación científica de la biodiversidad (“Estrategia Nacional de Biodiversidad 2015-2030” 2016, 163). Sin embargo, en todo el documento no se menciona la palabra bioeconomía de manera directa.

La mencionada Agenda Nacional de Investigación sobre la Biodiversidad en el año 2017, se construye con el objetivo de llevar a una transición de la economía dependiente de las actividades extractivas a una economía basada en el bioconocimiento y la bioeconomía (Instituto Nacional de Biodiversidad 2017, 3)(Instituto Nacional de Biodiversidad INABIO 2017, 3). En este mismo documento se establecen tres metas a las cuales llegar, la gestión de la información e investigación sobre la diversidad biológica, el estudio de la diversidad funcional y su respuesta frente a impulsores de cambio y la bioprospección con fines de conservación e impulso de la bioindustria (8,13 y 16). Observando la mezcla de las visiones biotecnológica y de los recursos en la construcción de la bioeconomía ecuatoriana.

A partir del año 2019, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA ha venido impulsando el crecimiento de la bioeconomía conectado con la biodiversidad fundamentada en que 8 de los 17 países más megadiversos del planeta se encuentra en la región sudamericana, siendo Ecuador considerado el país más biodiverso en función de su superficie (FAO, s. f.-b) Conectando este enfoque, se busca desarrollar los llamados *senderos* de la bioeconomía, los cuales incluyen el uso de los recursos de la biodiversidad, la eointensificación, aplicaciones biotecnológicas, biorrefinerías y biproductos, eficiencia y mejoramiento de la eficiencia de las cadenas productivas y servicios ecosistémicos (Trigo et al. 2013, 7-12). En ese sentido, se describe como principal estrategia al *Programa de Bioeconomía y Desarrollo Productivo*, para el desarrollo de estos diferentes senderos en los países de América Latina y el Caribe (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura 2019, 9).

En el contexto ecuatoriano, en el año 2024 se lanza El Libro Blanco de la Bioeconomía y la Estrategia Nacional de la Bioeconomía Sustentable de Ecuador, que

fue trabajado junto a investigadores de la Universidad Particular de Loja, bajo contrato desde el Fondo de Inversión Ambiental (FIAS). Se han identificado cinco rutas de la bioeconomía ecuatoriana: bioagricultura, bioindustria animal, bioindustria de cultivos, manufactura en la industria y bioenergía (García 2024, 59-60). Como se observa en la Tabla 6 las cinco rutas describen sus impactos posibles especialmente sobre un recurso esencial, el agua y las industrias que se han considerado dentro de los sectores productivos del Ecuador y en cual es aplicable una ruta bioeconómica determinada. Es importante mencionar que el estudio de la bioeconomía en Ecuador maneja las siguientes dimensiones: productiva, tecnológica, económica, legal, política y ambiental (32-33).

Tabla 6
Rutas de la bioeconomía en Ecuador, sus industrias e impactos

Industria	Rutas				
	Eco-intensificación	Biotecnología	Bioenergía-bioproductos	Biodiversidad	Servicios ecosistémicos
Banano y manufacturas	✗	✗	✗		
Cacao y manufacturas	✗	✗	✗	✗	
Pesca y acuicultura y manufacturas		✗	✗		
Flores	✗	✗			
Madera y manufacturas incluido papel	✗	✗	✗	✗	✗
Productos forestales no maderables		✗		✗	
Productos animales (carne, cuero, leche, huesos)	✗	✗	✗		
Alojamiento y alimentación (turismo)	✗			✗	✗
Impacto de la Ruta	Uso de tierras Uso de agua Desechos empaques	Afectación a la biodiversidad Toxicidad humana	Uso de tierras Uso de agua	Afectación a la biodiversidad Uso de energías Desechos empaques	Energía no renovable Uso de agua

Fuente y elaboración: Adaptada a partir de García (2024).

En ese sentido, la metodología seleccionada para evaluar el impacto de la bioeconomía en Ecuador dentro del Libro Blanco de la Bioeconomía, se menciona al Análisis de Ciclo de Vida (ACV), el cual analiza la intensificación de la explotación de recursos naturales y las cadenas agroalimentarias versus sus impactos ambientales

(García 2024, 112-114). Esta metodología es ampliamente usada dentro la bioeconomía especialmente con las cadenas productivas y la industria manufacturera pero con la limitación de no medir el grado de impacto ambiental generado por cualquier actividad analizada, y no incluye otras dimensiones como la económica ni la social (Huijbregts et al. 2017, 144-145). En este sentido, la única mención que se hace en el Libro Blanco del saber ancestral como un indicador, es para emprendimientos bioeconómicos con base en saberes ancestrales que se enfocan en conocer el número de emprendimientos bioeconómicos establecidos, diversidad de productos y servicios desarrollados, impacto ambiental positivo y la participación de comunidades locales, sin embargo, no se especifica ni el instrumento ni la herramienta para levantar estos indicadores.

Un enfoque bastante relevante para esta investigación se encuentra en lo que se llama la *bioeconomía Amazónica*, la misma que se conecta directamente con una bioeconomía por los bosques y los ríos, esto debido a que las regiones con mayor diversidad en biomasa en el mundo son las zonas que se encuentran en las regiones tropicales. Esta característica se convierte en el principal factor para la bioeconomía Amazónica, que incluyen a los países que comparten la Amazonía, Brasil, Perú, Bolivia, Colombia y Ecuador. Igualmente se enfatiza la importancia del reconocimiento del conocimiento acumulado por los habitantes de estos bosques por milenios, así como valorar las prácticas regenerativas que se dan actualmente en estos territorios. Sin embargo, estas mismas sociedades son las que se encuentran en situaciones de pobreza e inequidad. Es aquí donde la inmensa utilidad que se le pueda dar a los productos y servicios de esta zona no pueden desconectarse de la conservación y regeneración, manteniendo la importante relación socio-ambiental que mantienen muchos de los pueblos originarios (Abramovay et al. 2021, 3-4).

Es así como, el desarrollo de la bioeconomía en Ecuador sigue una agenda desarrollada en países con un gran potencial de desarrollo tecnológico; sin embargo, se observa claramente limitaciones en evaluar la implementación de la bioeconomía desde una línea de sustentabilidad a pesar de que el texto analizado previamente tenga su nombre Libro de la Bioeconomía *Sustentable* de Ecuador. Es necesario ampliar mucho más el alcance bajo la línea de la sustentabilidad y especialmente las dimensiones sociales.

4. La sustentabilidad, sus corrientes y la bioeconomía

Desafortunadamente, hoy en día se usa de manera indistinta el término *sostenibilidad* y *sustentabilidad*, teniendo más uso generalizado la primera debido a su enfoque más *práctico* desde sus consideraciones éticas y teóricas, así como las herramientas de medición y tomas de decisión (Fischer 1974, 95-97). Por otro lado, la sustentabilidad busca un enfoque eointegrador que especialmente cuestione al sistema económico en su propio universo y se genere un nuevo constructo teórico transdisciplinario (Aguilera Klink y Alcantara 1994; Naredo 1992). Es así que se usará para esta investigación a la sustentabilidad como herramienta de categorización y análisis del nivel bioeconómico que tiene un proyecto en el contexto de aplicabilidad en los diferentes territorios.

La sustentabilidad es un concepto que nace especialmente de los estudios generados alrededor de la Economía Ambiental y la Economía Ecológica, donde existen diferencias profundas especialmente en la forma de relacionarse con la naturaleza, donde la primera identifica a la naturaleza como un *capital* que puede ser usado, gestionado, administrado y valorizado en un sentido monetario, mientras que la economía ecológica entiende que se la economía se subordina a los llamados *límites planetarios*, es decir se considera como un subsistema del gran sistema llamado tierra. Es en este sentido como se muestra en la Tabla 7, las diferencias entre la línea ecológica y ambiental de la economía marcan también las trayectorias y los alcances que tendría la sustentabilidad, tomando la característica de *sustentabilidad fuerte* a aquella que se conecta con la economía ecológica y *sustentabilidad débil* en cambio la que se conecta con la economía ambiental (van der Bergh 2001, 15-17).

Tabla 7
Diferencias entre Economía Ecológica y Economía ambiental o de los recursos naturales

Economía ecológica	Economía ambiental o de los recursos naturales
Prioridad hacia la sustentabilidad	Prioridad de eficiencia
Necesidades llenas y distribución equitativa	La eficiencia y óptimo de Pareto
Desarrollo sustentable, global y norte/sur	Desarrollo sostenible en modelos abstractos
Pesimismo del crecimiento y la dificultad de las decisiones	Pesimismo del crecimiento y las opciones del "ganar-ganar"
Enfoque a largo plazo	Enfoque corto y medio plazo
Concreto y específico	Abstracto y general
Completa, integradora y descriptiva	Parcial, monodisciplinar y analítica
Indicadores físicos y biológicos	Indicadores monetarios
Análisis sistémico	Costos externos y valoración monetaria

Evaluación multidimensional	Análisis costo-beneficio
Modelos integrados con relaciones de causa-efecto	Modelos de aplicación del equilibrio generalizado con costos externos
Racionalidad e incertidumbre individual limitada	Maximización de la utilidad y el beneficio
Comunidades locales	Mercado global e individuos aislados
Ética ambiental	Utilitarialismo y funcionalismo

Fuente y elaboración: Adaptada a partir de van der Bergh (2001)

La sustentabilidad débil está asociada con definiciones conceptuales del capital económico que comprenden de manera general a las máquinas, la tierra, el trabajo y el conocimiento y el *capital natural* que implica los recursos, el ambiente y la naturaleza, y se pretende mantener el total del capital como la suma de ambos capitales (Martinez-Alier 2004, 21) Bajo esta premisa se pretende el poder substituir el capital natural con el capital económico en ambas vías. En contraste, con lo que se denominaría la sustentabilidad fuerte donde se refuerza la premisa de que cada capital debe mantenerse por separado (van der Bergh 2001, 17). Es así que los dos tipos de sustentabilidad se definen por los niveles de acercamiento a las definiciones y de las relaciones que se tienen con los recursos naturales como *insumos* de los procesos productivos

La sustentabilidad fuerte hace uso de dos premisas altamente usadas hoy en día, que son, la estabilidad y la resiliencia de los ecosistemas. La primera definición implica el tiempo necesario que un sistema perturbado necesita para regresar a su estado original, mientras que la otra se conecta directamente con la intensidad del disturbio que un sistema puede absorber antes de transformarse en otro estado (Riechman 2014, 19–21). En estudios de sustentabilidad fuerte para poder medir estas dos situaciones, se suele medir la sensibilidad aplicando experimentos a nivel local y territorial, mientras que la sustentabilidad débil hace énfasis en tendencias a largo plazo y aproximaciones desde un enfoque macro. (van der Bergh 2001, 19).

Otro factor importante para definir el nivel de sustentabilidad de un proyecto o actividad es el nivel de entendimiento y aplicabilidad de procesos en función de entender que el capital natural provee de funciones o servicios que no pueden ser substituidos por capital generado por el humano (Gudynas 2000, 7–8). De hecho, esto se conectaría con el movimiento del decrecimiento que discute con profundidad la posibilidad de un crecimiento infinito dentro del contexto de capital natural sin tomar en cuenta los límites planetarios y ciclos biológicos de los recursos. Desde una visión de crecimiento económico, el enfoque es a largo plazo sin tomar en cuenta que los procesos económicos

se basan en la temporalidad física de los recursos (Bonaiuti 2011, en D'Alisa 2014, 52-54).

Existen varios debates en considerar que la sustentabilidad es una característica inherente de la bioeconomía, por lo tanto, no se puede decir que ésta sea sustentable *per se*. De hecho, muchos expertos mantienen una posición de reserva en función del equilibrio que pueda mantener entre un desarrollo y la cuota de recursos necesarios para el mismo (Pfau et al. 2014, 1243) Además se hablan de otros riesgos asociados con la expansión de la bioeconomía como la intensividad de la producción, la competencia por la tierra, riesgos de bioseguridad como el uso de la genética para modificar especies, así como la posible invasión de especies usadas únicamente para la producción de biomasa. Igualmente, algo que también preocupa es cuando se toma en cuenta la competencia que pueda haber con los recursos usados para la alimentación humana (1233-1234).

A pesar de estos debates, existen otros actores que ven como promisorio el desarrollo de la bioeconomía pero bajo ciertas condiciones. Estas se refieren al uso eficiente y consciente del recurso, la conservación de la biodiversidad, investigación más desarrollo (R&D), políticas para incentivos y regulaciones en función de sistemas de monitoreo y evaluación; siendo todos estos argumentos en función de un crecimiento económico (Patermann y Aguilar 2018, 3-4; Lewandowski 2018, 17) A partir de los años 90 en adelante, con la evolución de la tecnología y el despunte que eso tuvo en las industrias que más necesidad de biomasa requerían (Zorb y Lewandowski en Lewandowski 2018, 77-78; Meyer 2017, 12), esto se ata con la visión tecnológica de la bioeconomía pero que se intenta mantenerla aterrizada con la sustentabilidad en los procesos de demanda como de innovación (Figura 3) (Franceschini y Pansera 2015, 78).

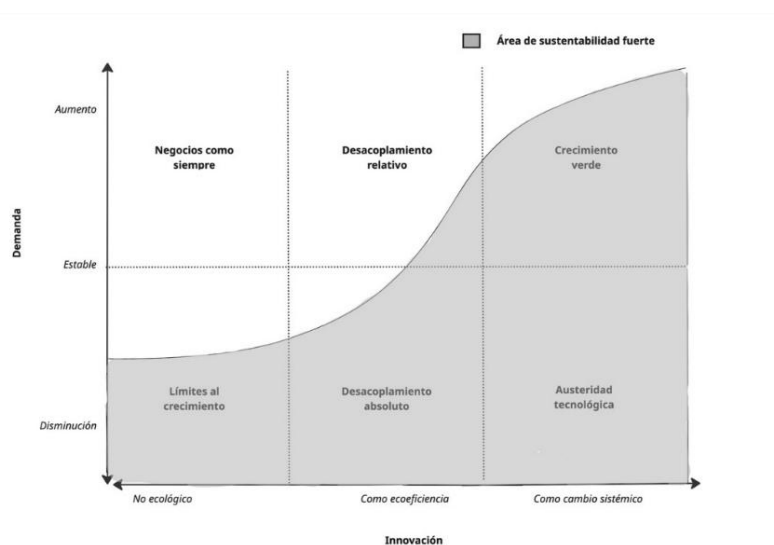


Figura 3. La demanda y la innovación en la bioeconomía en función de la sustentabilidad fuerte Fuente y elaboración: Adaptada a partir de Franceschini y Pansera (2015)

A pesar del crecimiento de políticas y estrategias de orden bioeconómico, se destacan los riesgos y conflictos relacionados con la sustentabilidad, esto especialmente visto desde una perspectiva de Justicia Ambiental. En el sur global se han visto las tendencias de la bioeconomía donde las industrias a larga escala muchas veces multi e internacionales se encuentran en una mucha mejor posición en participar y beneficiarse de las políticas, mientras que las industrias de menor escala tienen dificultades con la inversión y el mercado, así como la gente local que lucha por mantener el acceso a la tierra y recursos para la provisión de alimentos; siendo todo esto una simple estrategia de acumulación de capital por parte de ciertos actores (Anlló et al. 2018, 44–45). Es así que existe la dificultad de poner un marco conceptual a nivel geográfico por país o región y eso hace difícil monitorear el nivel de impacto y desarrollo de la bioeconomía (Stefania Bracco et al. 2019, 35-37).

El hablar de sustentabilidad en la bioeconomía se ha vuelto un tema con mayor relevancia por el nivel de crecimiento que ha tenido a nivel global. Sin embargo, se encuentran consideraciones para determinar que la sustentabilidad sea un beneficio condicionado de las prácticas bioeconómicas, otras líneas más críticas ven con suspicacia la evidencia real de los beneficios sobre los impactos, especialmente con el tema de los recursos que tendrían conflicto con el alimento y la tierra (Landerweerd et al. 2011; Bugge et al. 2016, 691) Finalmente, existe una línea que menciona el efecto negativo directo de las iniciativas de bioeconomía en función de la pobre evidencia que hay en que la bioeconomía tenga impacto y no se vuelva únicamente una etiqueta (Pfau et al. 2014, 1234). En consecución con esto, se considera que deben existir ciertas condiciones para llegar a una bioeconomía sustentable, esas condiciones deben cumplir con el criterio de conocimiento o aplicación práctica o si estimula o limita la bioeconomía en el contexto que se requiera implementar como se observa la Figura 4.

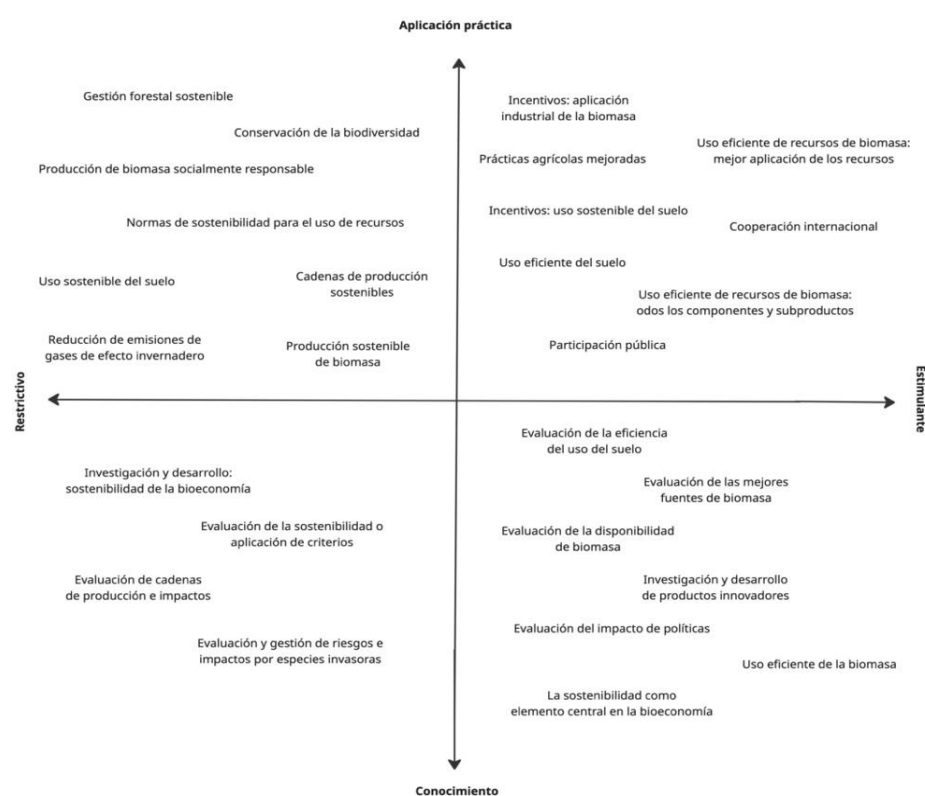


Figura 4. Matriz de condiciones para una bioeconomía sustentable
Fuente y elaboración: Adaptada a partir de Pfau et al. (2014)

4.1 Dimensiones de la sustentabilidad

Desde el uso extendido de la sustentabilidad conectado con el desarrollo sustentable, en el Informe de las Naciones Unidas de 1987, se expone la idea central de que para exista un desarrollo *sostenido* se necesita satisfacer las necesidades humanas sin comprometer los recursos que necesitarán las próximas generaciones para solventar sus propias necesidades (Naciones Unidas 1987, 59).⁵ En el mismo documento se mencionan diversas dimensiones en las que deben ser encausadas las políticas y estrategias en los países, sin embargo, no se hace énfasis en los niveles de compromiso que se deberían tener en las mismas (348).

Con la declaración de Rio en 1992 se incluyó de manera más enfática en la agenda política a nivel mundial, el cómo operacionalizar la sustentabilidad en todos los niveles administrativos e institucionales a nivel global a través de principios (Naciones Unidas

⁵ En dicho informe en su versión traducida al español no se usa la palabra sustentable o sostenible sino que se hace uso de la palabra *duradero*

1992). Muchos académicos sugirieron el colocar medidas no monetarias para medir la sustentabilidad, sin embargo, esto solamente se enfocó en medir el estado ambiental en vez de mostrar la relación entre sociedad y los impactos generados sobre el mismo ambiente. En este mismo sentido, se habla de la *Teoría de las tres dimensiones*, la cual implica englobar en espacios-dimensiones aquellos constructos que sostengan recursos naturales, sostengan niveles de consumo, integren procesos, ciclos y ritmos de la naturaleza, sostengan niveles de producción, entre otros y que fueron colocados en las tres principales dimensiones: económica, ambiental y social (Artaraz 2002, 2–3).

El uso de estas tres dimensiones realmente no respondió del todo a la toma de decisiones en torno a la sustentabilidad global y el desarrollo y se ha discutido si realmente estas tres dimensiones son suficientes (Losch 2019, 263) Es así que se han descrito más dimensiones que puedan abarcar de manera complementaria el camino de la sustentabilidad, la dimensión ecológica, la dimensión política, la dimensión ética, la dimensión democrática, la dimensión cultural, la dimensión teológica y la dimensión socio-económica (Vogt y Weber 2019, 2–4). Ampliando y diversificando por mucho la dimensión social ya que implica que la sociedad tiene más elementos para conectar con la sustentabilidad que solamente basarse en las necesidades y el uso de un recurso natural para suplirlas (3).

Otros autores en cambio conectan las dimensiones social y ecológica para profundizar en el efecto que la sociedad tiene directamente en el ambiente. Por ejemplo, el uso de la tierra es un factor con una alta tendencia de generar desplazamiento de bosques para su uso en pastos y siembras. Provocando una alteración directa en los ecosistemas con el fin de satisfacer una necesidad en este caso de alimento (Azar, Holmberg, y Lindgren 1996, 101). Como se observa en la Tabla 8, los principales indicadores planteados para los principios de las dimensiones social y ecológica se enfocan desde una corriente utilitaria donde los ecosistemas son usados.

Tabla 8
Indicadores de los principios de las dimensiones social y ecológica de la sustentabilidad

Principio 1: uso de la litosfera por la sociedad	Principio 2: emisiones producidas por actividades de origen antropogénico	Principio 3: manipulación de la naturaleza	Principio 4: eficiencia en el uso de los recursos por parte de la sociedad
Tasa de extracción de la litósfera	Flujos antropogénicos comparados con los flujos naturales	Transformación del uso de la tierra	Eficiencia general (metabolismo social)

Extracción litosférica acumulada	Implicaciones a largo plazo de las emisiones actuales	Cobertura del suelo	Justicia intrageneracional (distribución de los servicios y uso de recursos)
Suministro de energía no renovable	Volúmenes de producción de químicos persistentes ajenos a la naturaleza	Balance nutricional de los suelos	Necesidades básicas humanas (alimento, agua y sanitización, salud y educación)
	Implicaciones a largo plazo de químicos persistentes ajenos a la naturaleza	Diversidad biológica de las tierras forestales-lecho marino, acuático	
		Nivel de cosecha (Rendimiento máximo sostenible)	

Fuente y elaboración: Adaptada a partir de Azar, Holmberg, y Lindgren (1996) y Holmberg (1995)

Desde otra perspectiva se ha intentado comprender a la sustentabilidad desde un enfoque más sistémico. Donde se mantienen las tres dimensiones, pero la manera de relacionarse entre ellas difiere y puede dar una línea más clara de la discusión y la toma de decisiones. Según los enfoques de sustentabilidad fuerte o débil, se podría determinar la relación que estas tres dimensiones podrían tener como sistemas integrados (Liobikiene et al. 2019, 3). La Figura 5 nos muestra como la sustentabilidad débil intersecta las tres dimensiones en los mismos niveles y las mismas tienen la misma amplitud, en la otra forma relacional (sustentabilidad fuerte), la dimensión económica se encuentra dentro de la dimensión social, y ambas se encuentran en la dimensión ambiental. De esta forma se observa como lo social y económico se subordinan y terminan siendo subdimensiones de una gran dimensión ecológica.

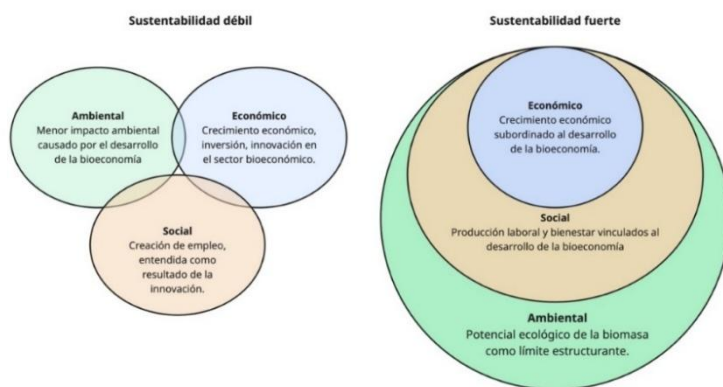


Figura 5. Dinámicas de las dimensiones en la sustentabilidad fuerte y débil
Fuente y elaboración: Adaptada a partir de [Liobikiene et al. \(2019\)](#)

4.2 Medir la sustentabilidad

Es en este sentido, al existir una gran complejidad de relaciones dentro de los ecosistemas, que se hace casi imposible predecir todos los posibles efectos de cierta actividad económica dentro de las diferentes esferas social y ambiental. Por lo cual se ha vuelto muy importante el poder *medir* la sustentabilidad y generar herramientas para hacerlo implica diferentes aproximaciones de la sustentabilidad (Peano et al. 2015, 6). Desde una perspectiva global, se forma la Comisión para el Desarrollo Sostenible, la cual desde 1996 construyó una versión inicial de 134 indicadores con dimensiones divididas a evaluar: económica, ambiental, social e institucional (Spangenberg 2002, 68-70). Otro acercamiento a la construcción de indicadores para la sustentabilidad se dio con las Naciones Unidas en la búsqueda de la implementación de la Agenda 2030 y los diecisiete Objetivos de Desarrollo Sostenible en los países (Naciones Unidas 2018).

Medir la sustentabilidad es difícil debido al carácter holístico que implica su misma definición y por las diferencias encontradas en el uso de las dimensiones, componentes y criterios para medir la sustentabilidad (Artaraz 2002, 3). De hecho, se sugiere que para hablar de una bioeconomía sustentable se debe hablar de una economía restaurativa, una etapa intermedia que permita transicionar, ya que será el momento cuando la conservación y la preservación sean compatibles. Es ahí donde radica la importancia de cerrar la brecha cognitiva de compartimentar la sustentabilidad en sus tres dimensiones conocidas, y desplegar un enfoque holístico transdisciplinario que permita desarrollar el arte de ser antes que el estado de tener y el arte de la optimización antes que la ciencia de la maximización (Mohammadian 2000, 8-12).

De acuerdo a la Estrategia de la Unión Europea, la evaluación de la sustentabilidad en la bioeconomía parte de tres perspectivas: el sector primario que es la producción de

la agricultura, bosques y pesca con la acuicultura, seguiría lo que son las cadenas productivas que va desde el suministro de un componente biológico hasta su transformación y uso final; y finalmente sería el uso de la biotecnología en cualquiera de los procesos donde haya el uso de un recurso biológico, se encuentran excluidas la biomedicina y la biotecnología de la salud. (European Commission, s. f.). Esto se contrasta con lo sugerido por Swift, Izac, y Noordwijk (2004, 114-16) que mencionan que la apreciación que se le otorga a la biodiversidad debe relacionarse con el valor inherente, es decir, aquel que posee la biodiversidad en sí misma, en función de los múltiples vínculos con lo cultural, social, ético y estético.

Varios programas e iniciativas han desarrollado indicadores a nivel internacional que pueden ser aplicados a nivel regional o nacional u otros indicadores que están orientados a sectores o son aplicados a nivel de proyecto o programa (Szopik-Depczyńska et al. 2018, 124). En la bioeconomía, los indicadores son altamente valorados para medir la producción de bioproductos, los niveles de uso de biotecnología y los impactos ambientales en la salud y el bienestar humano. De esta forma se considera a los indicadores, útiles para monitorear y evaluar el progreso hacia la consecución de la sostenibilidad en criterios como ambiente, economía, social y gobernanza (Ronzon y M'Barek 2018, 4-6; Lewandowski et al. 2024, 8-9).

Dentro del enfoque de la sustentabilidad, el último trabajo a nivel global desarrollado por la FAO en 2019, establece dos enfoques de evaluación y monitoreo, uno desde un enfoque territorial o de escala geográfica y otro que evalúa las cadenas agroalimentarias. En este reporte se hace uso de principios y criterios que reúnen diferentes indicadores dentro de las tres dimensiones de la sustentabilidad: ambiental, económica y social adaptándolos cuando se apliquen a nivel de territorio o producto, haciendo uso de herramientas de evaluación como el *análisis de ciclo de vida (ALC)* (Bracco 2019, 7-15). Sin embargo, se han encontrado limitaciones en el uso de indicadores para la sustentabilidad como es la escala a usarse, al combinar variables nominales, ordinales o cardinales, lo cual tiene impacto directo en el peso que cada uno pueda tener en ser más o menos importante; otro limitante es el significado individual que tiene cada indicador para las diferentes instituciones (D'Adamo et al. 2022, 9-10).

Evaluar la bioeconomía representa una tarea compleja debido a sus efectos indirectos, los costos regulatorios y la incertidumbre de sus beneficios futuros. Este proceso se ve dificultado por su interacción con transformaciones globales como la digitalización, la urbanización y el cambio científico, además de estar influenciada por

políticas diversas. Es esencial incorporar el análisis de clústeres de innovación, tecnologías emergentes, patentes y financiamiento, junto con una narrativa integral que considere los impactos en salud, ecología y bienestar social (Wesseler y Braun 2017, 287). Así mismo se pueden evaluar diversos instrumentos o herramientas que pretenden evaluar la sustentabilidad pero que tienen claramente una inclinación hacia una de las dimensiones, como es el análisis costo-beneficio que muchas veces enmascara el impacto de las actividades económicas sobre las dimensiones social y ambiental (Flores y Sarandón 2002, 62–64). No existe una metodología universal para medir la sustentabilidad, por lo que se sugiere combinar enfoques y marcos metodológicos para evaluarla.

Capítulo segundo

Sistemas Agroforestales y Bioeconomía, la Chakra Amazónica

1. Agroecosistemas

Los agroecosistemas se consideran como sistemas ecológicos modificados por el ser humano y forman parte del 40% del uso de la tierra que son usadas para proveer alimento, fibra, pasto, etc, las cuales integran diversas y complejas dinámicas de orden socioeconómico y ecológico dentro de sus procesos, que lo convierte en un sistema que interactúa con otras dimensiones. (Conway 1987, 95–96). Sin embargo, con el transcurso de los años se entiende que los agro-ecosistemas tienen una directa influencia por no decir que emergen de la interacción de la naturaleza con la cultura dentro de un territorio determinado. La cultura influye en los componentes bióticos como abióticos de la naturaleza donde confluye la organización social y económica, valores, conocimientos y tecnología como se observa en la Figura 6. (Velez León y Muriel 2023, 625).

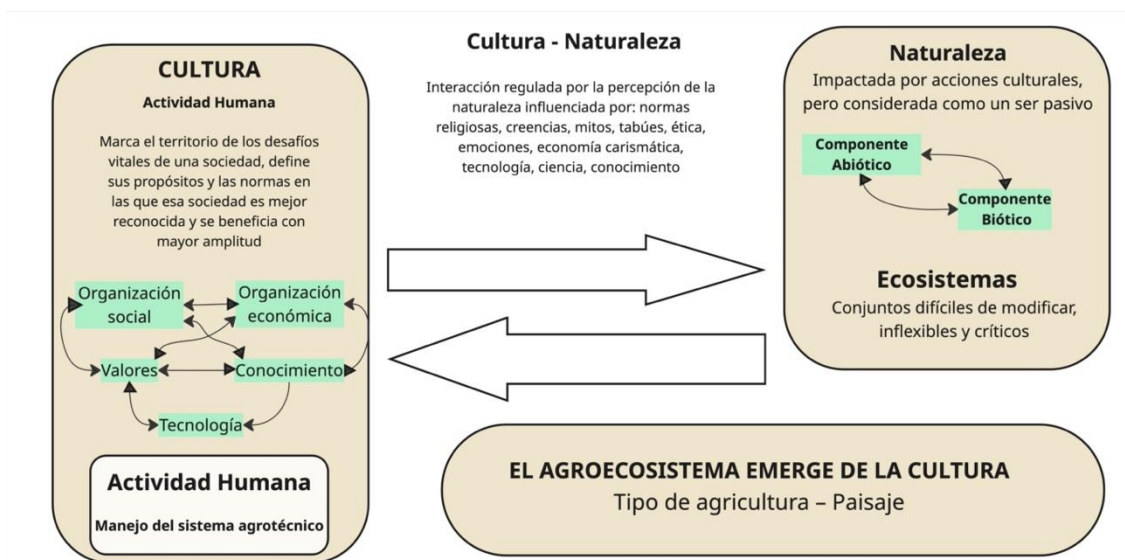


Figura 6. El agroecosistema como un producto de emergencia sistémica de la interacción entre la cultura y la naturaleza, lo cual determina los tipos de agricultura y el paisaje rural
Fuente y elaboración: Adaptada a partir de Velez León y Muriel (2023)

Los agroecosistemas son sistemas agrícolas que integran componentes de índole económico, social y ecológico/ambiental y que sus características se basan en su territorialidad, es decir el clima, el manejo, la producción, enfoque cultural, etc, y tienen influencia directa en cómo se desarrollan (Liu et al. 2022, 4). La agricultura moderna se ha desarrollado con una alta dependencia de los agroquímicos, influida por sus bajos costos, alta dependencia, relativa facilidad en su uso y un alto desconocimiento de los

impactos en el ambiente y en el humano, que permitieron su rápida extensión a nivel mundial (Sarandon y Flores 2014, 17). Sus impactos de forma generalizada son la pérdida de productividad de los suelos por disminución de materia orgánica, nutrientes y erosión; deterioro y eutrofización de cuerpos de agua y la pérdida de biodiversidad, especialmente las secuelas sobre la variabilidad genética de las especies nativas frente a las variedades de alto rendimiento (Médiène et al. 2011, 492).

De manera general se puede decir que los agroecosistemas tienen las siguientes características: desde un punto de vista de impacto, en función del manejo del sistema y las prácticas productivas; no se puede generar una sinergia lineal entre diferentes indicadores del agro-ecosistema, por ejemplo, si en un sistema agrícola intensivo se maximiza la producción de alimento esto debilita el tema social y de regulaciones. Finalmente el efecto de la escala, que significa que diversos efectos de las prácticas agrícolas tienen un efecto acumulativo por el nivel de escala, como por ejemplo, prácticas para incrementar la productividad a gran escala tienen efecto sobre la erosión del suelo, mientras que aquellas prácticas a menor escala no tendrán el mismo nivel de impacto (Liu et al. 2022, 5; Zheng et al. 2019, 105). Estas características se relacionan directamente con los principales servicios e indicadores que tendrían los agro-ecosistemas y que se recomiendan sean usados para la construcción de políticas (Tabla 9) (Liu et al. 2022, 6).

Tabla 9
Principales indicadores de los servicios de los agro-ecosistemas

Servicios de aprovisionamiento	Servicios de regulación	Servicios de soporte	Servicios culturales
Alimento	Secuestro de carbono	Estructura y fertilidad	Valor estético
Fibras	Regulación de clima	del suelo	Recreación y turismo
Forraje	local	Ciclos de nitrógeno	Herencia cultural
Materias primas	Descomposición de	Control biológico	Valor espiritual y
Medicina	desperdicios	Polinización	religioso
Energía y combustible	Conservación de suelo	Control de malezas	Ciencia y educación

Fuente y elaboración: Adaptada a partir de Liu et al. (2022).

1.1 Tipos de Agroecosistemas

De manera consensuada y para el manejo investigativo, se han dividido los agroecosistemas en torno a los tipos de producción: convencional, orgánico, agroecológico y de conservación; este último teniendo un desarrollo sustancial desde la

búsqueda de mantener la intensificación de la producción de alimentos con el uso racional de los recursos directos para la práctica agrícola (Garnett, et al. 2013, 33). Las principales características de este tipo de producción es que se basa en tres principios, la alteración mínima del suelo, existencia de un mínimo de 30% de cobertura orgánica permanente del suelo y la diversificación de especies mediante asociaciones o rotaciones de cultivos variados con un mínimo de tres cultivos diferentes (FAO, s. f.-a). Este tipo de producción se ha asociado con prácticas realizadas por grandes granjas en Estados Unidos y Australia especialmente en regiones con suelos áridos, sin embargo, con pobres resultados en pequeños productores de países sub y tropicales tanto en la adopción de las técnicas como en los resultados de rendimiento de cosechas (Giller et al. 2015, 3–4).

La producción convencional se entendería como aquella producción que usa prácticas que se centran en la llamada Revolución Verde⁶, que con el enfoque de hacer más eficiente a la agricultura la ha reducido a procesos homogeneizados y dependientes de las *tecnologías* (Altieri 1999, 36). Estas se enfocan en el uso de maquinaria y agroquímicos sintéticos, las semillas mejoradas junto con una continua labranza del suelo, contribuyendo a tener impactos negativos sobre los recursos. Estos impactos van desde la degradación y empobrecimiento del suelo, disminución de la biodiversidad, contaminación química del suelo y agua y una alta dependencia de los insumos; afectando todas las dimensiones de la sustentabilidad (Restrepo, Angel, y Prager 2000, 3-5).

La producción orgánica se enfoca principalmente en la prohibición del uso de químicos sintéticos como pesticidas y fertilizantes, sustituyéndolos por insumos orgánicos como compost, abono orgánico, entre otros; y además fomentan las técnicas agrícolas alrededor de la conservación de suelo y agua, semillas no modificadas sin detrimento de la salud animal y humana (Altieri 1999; Wittwer et al. 2021,4). A partir de la década de los 60 con el auge de los movimientos ecológicos en torno a los posibles efectos del uso intensivo de insumos, se generan normativas en Estados Unidos y Europa para el control del mercado en torno a los productos libres de químicos, que se mantendrían bajo el título de *orgánico* siempre y cuando pasen por un proceso de certificación.⁷ (Migliorini y Wezel Alexander 2017, 4). Esta situación ha hecho que la

⁶ La Revolución Verde se conoce como el movimiento llevado en países en desarrollo por organismos internacionales con el objetivo de fomentar la aplicación de insumos químicos pero que por detrás tenían conexiones que beneficiaban a los fabricantes de los insumos y equipos más que los mismos productores (Sarandón et al. 2014, 49)

⁷ Solo se puede usar el nombre orgánico en la fase productiva como comercial siempre y cuando haya pasado por una certificación que implican sellos para su comercio así como procesos estrictos de auditoría de las técnicas de cultivo y procesamiento de los productos (Migliorini y Wezel Alexander 2017, 4)

producción que no es certificada orgánica dentro del proceso de certificación por cada entidad certificadora, a las parcelas que no cultivan los productos comerciales certificados se las catalogue como parcelas con manejo agroecológico

La agroecología se considera como un agroecosistema que engloba de manera holística al productor con su entorno y no solamente como el que trabaja la tierra. Integra de forma identitaria las particularidades sociales con las prácticas agrícolas manteniendo el equilibrio con los procesos ecológicos. Fomenta el reconocimiento de los saberes campesinos, así como el conocimiento en torno a métodos que permitan un manejo de los agroecosistemas que no provoquen daños irreparables e innecesarios (Altieri 1999, 18-20; Santiago Javier Sarandón et al. 2014, 55). Mientras que la agricultura orgánica está vinculada a productos con interés comercial, pueden mantener el uso de maquinaria moderna, semilla certificada y la restricción del uso de fertilizantes y pesticidas, todo conectado a un sistema que actualmente engloba una certificación de producción orgánica, es así que la agricultura orgánica no puede manejarse como un símil de la agroecología, ya que sería reducir al sistema agroecológico al simple hecho de no tener una certificación ((Altieri 1999, 165–66)

Sin embargo, sigue habiendo una brecha de unificación de la definición del agroecosistema como unidad básica de los estudios en agroecología debido a que en este tipo de producción implica que el agroecosistema es producto de la interacción naturaleza-cultura y por ende con particularidades específicas y procesos de producción en cada territorio (Velez León y Muriel 2023, 635-636). En la siguiente Tabla 10 se muestran principales características entre las prácticas orgánicas aceptadas por la Unión Europea y las prácticas agroecológicas.

Tabla
Prácticas en la producción orgánica y agroecológica

Producción Orgánica (Certificación UE)	Producción agroecológica
Uso de material orgánico en asociación con otras fincas/granjas orgánicas de la región	Siembra directa sin uso de labranza o labranza superficial
Máximo de 170 kg de nitrógeno por hectárea por año	Fertilización únicamente orgánica y mineral Fertilización fraccionada, uso de biofertilizantes
Lista de productos externos permitidos para fertilización	Cultivos intercalados e intercalado en relevo Uso de pesticidas derivados de plantas o extractos vegetales
Uso de semillas certificadas orgánicas y sin organismos genéticamente modificados.	Establecimiento de elementos del paisaje o
Desarrollo del hábitat para precautelar el riesgo de contaminación	infraestructura ecológica Riego por goteo, cobertura e intercalado para reducir la lixiviación de nutrientes.

Lista de productos permitidos para plagas y enfermedades	Agroforestería, asociación con cultivos, vegetación leñosa, pastos, praderas, arboledas
Límite del número de unidades de ganado y aporte de N por hectárea	frutales

Fuente y elaboración: Adaptada de Migliorini y Wezel Alexander (2017)

Desde la aparición de los objetivos de desarrollo sostenible se han dado diferentes iniciativas por promover la intensificación sostenible que básicamente busca evitar el cultivo de más tierra, pero la mejora del rendimiento de estas tierras no comprometa al ambiente asociado (Garnett, et al. 2013, 34) En este sentido, se ha descrito siete subtipos que van desde el manejo integrado de plagas, agricultura de conservación, cultivo y biodiversidad integrados, sistemas de forraje y pastos integrados, agroforestería, manejo de irrigación asociada, sistemas de pequeña escala y de parches; de estos por ejemplo la agroforestería se asocia con prácticas de agricultura orgánica (Pretty 2018, 1).

1.2 Sistemas agroforestales y la bioeconomía

Un sistema agroforestal se define como un sistema agrícola que integra el cultivo o permanencia de árboles nativos de preferencia para que puedan proporcionar funciones de protección con cultivos asociados, pero también puedan proveer de alimento o madera. Igualmente se han descrito que estos sistemas pueden aportar con funciones que se conectan con mejoramiento de microclima, protección de heladas, erosión tanto eólica como hídrica, enriquecimiento del suelo por aporte de materia orgánica, control biológico de plagas, provisión de hábitats para biodiversidad, mitigación del cambio climático por almacenamiento de carbono (Sarandón 2002, 240, Kay et al. 2019, 591). Los sistemas agroforestales se describen por cuatro características, la estructura al integrar árboles, cultivos y animales; sustentabilidad de dimensión ecológica al interactuar los beneficios de las especies; incremento de la productividad y adaptabilidad cultural-socioeconómica (Altieri 1999, 229–30).

Con la crisis climática de nuestra era moderna, el potencial de secuestro de carbono tanto en nivel sobre y debajo del suelo en el sistema agroforestal es sumamente importante. A pesar de la dificultad de la cuantificación del carbono debajo del suelo, se pueden hacer aproximaciones a la calidad de secuestro de carbono en función de las condiciones climáticas como de los previos usos que haya tenido la tierra. Diversos estudios en diferentes partes del mundo han calculado el potencial de sumidero de carbono, en Europa se calcula que el uso de 8,9% de tierras en manejo agroforestal podría

almacenar hasta un 43,4% de gases de efecto invernadero (Kay et al. 2019, 589). Igualmente se ha descrito el potencial de sistemas agroforestales de productos comerciales como el café junto a vegetación nativa, donde el almacenamiento de carbono puede llegar a ser cien veces superior a un sistema convencional tipo potrero (Sarandón et al. 2014, 362).

Existe claramente una tendencia de transición hacia la bioeconomía como una estrategia política en diversos países, especialmente ligado al desarrollo de sectores como la agricultura, agronegocios y otros sectores que usan materia prima basada en la biomasa (Wang et al. 2022, 4). Estudios buscan conectar las diversas aproximaciones de la bioeconomía con la resiliencia de sistemas productivos, estos van desde el uso de cultivos perennes o mezclas de plantas silvestres para bioenergía, manejo de pastos para uso como biomasa, reciclaje de nutrientes en sistemas agrícolas, proyectos agrovoltaicos, tecnología en agricultura urbana, microalgas para producción de comida alta en proteína, biopesticidas, biogás, etc (Lewandowski et al. 2024, 3). A pesar de todos los sectores mencionados, la bioeconomía se enfoca principalmente en tres principales sectores de demanda: alimento, energía y materiales; sin embargo se hace énfasis en que la seguridad alimentaria debe tener un extra control debido al conflicto que se tendría para el uso de biomasa de uso alimentario para suplir en las industrias de energía y materiales (Birner y Pray 2018, 507) En este sentido se busca que los sistemas agroproductivos que se desarrollen con enfoque bioeconómico mantengan un beneficio integral en su implementación, en la Figura 7 se observa como el sistema agroforestal demuestra tener un mayor potencial que los sistemas orgánico o de conservación (Liu et al. 2022, 10).

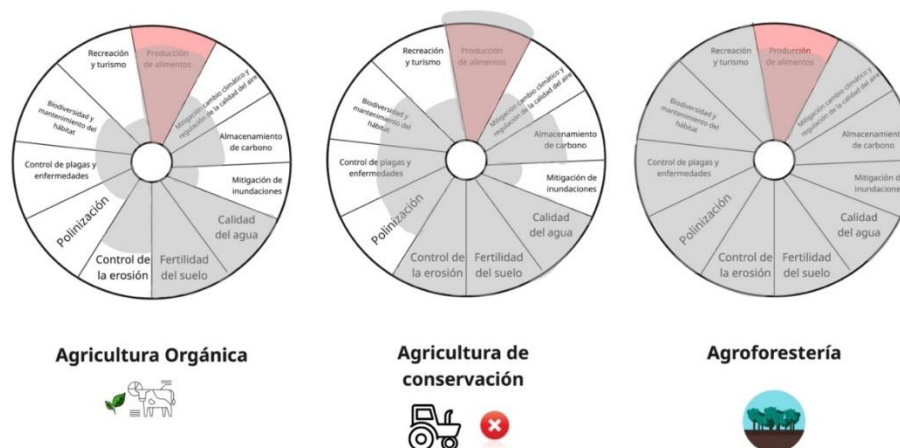


Figura 7. Efectos de los diversos agro-ecosistemas, orgánico, de conservación y agroforestería. Fuente y elaboración: Adaptada a partir de Liu et al. (2022).

2. El sistema agroforestal de la Chakra Amazónica

Los pueblos indígenas amazónicos de forma ancestral y generacional mantienen una relación directa con su entorno. En su cosmovisión existe un nivel de respeto por la naturaleza que podría llegar hasta el término de sagrado, donde la figura del entorno natural se conecta con el acto de nutrir y cuidar a todo ser viviente, allí donde se lo cataloga como *madre naturaleza* y que se basa en la relación de los tres mundos *sacha* (selva), *allpa* (tierra) y *yaku* (agua), esto especialmente liderado desde la cosmovisión de la nacionalidad kichwa amazónica. Dentro de esta cosmovisión se conoce como *paju* al saber o energía que se transmite entre personas de modo simbólico o espiritual, esta forma de transmitir el saber no se hace en torno a una herencia como tal, sino que debe ser adquirido de forma voluntaria y con un verdadero interés por el mismo. Este paju se conecta también con el conocimiento de la producción del alimento, especialmente con el cultivo de la yuca ⁸ dentro de la chakra amazónica, donde la mujer tienen un rol más protagónico en su transmisión (Yela Dávalos 2011, 71-72).

La chakra amazónica es un sistema ancestral agroforestal desarrollado y basado en los conocimientos de los pueblos indígenas de la nacionalidad kichwa, que integra cultivos, árboles y animales en un mismo espacio. Este modelo aprovecha distintos niveles de vegetación, optimizando el uso del suelo y promoviendo una gran diversidad de plantas con fines alimenticios y medicinales. Además de brindar seguridad alimentaria

⁸ La yuca tiene un rol muy importante en la cosmovisión kichwa amazónica donde su consumo tiene un valor simbólico religioso con fertilidad y energía femenina con el *paju*, ya que la mujer es principalmente quien maneja el cultivo de la yuca y su transformación en la chicha (Yela Dávalos 2011, 62-72).

y conservar la biodiversidad, fomenta el manejo ecológico del suelo y del agua, reduciendo la deforestación. En así, que estas dinámicas se conectan con el llamado ciclo del tiempo de la chakra, el cual implica la maduración de la chakra para su posterior descanso luego de 2 a 4 ciclos de siembra-cosecha (Figura 8) (Corporación de Asociaciones de la Chakra Amazónica 2023, 21; 72-75). Como se describió anteriormente, el gran componente cultural que tiene la chakra, donde la familia es el eje central del manejo de la chakra, donde el conocimiento de la misma se conecta con la alimentación diaria, la siembra, la construcción de los espacios habitacionales y la labor del trabajo (Fernández 2023, 13-14). Es así que, todas estas características contribuyeron a que se declarara al sistema chakra amazónica como un Sistema Importante del Patrimonio Agrícola Mundial (SIPAM) en el 2023 (FAO, s. f.-c).

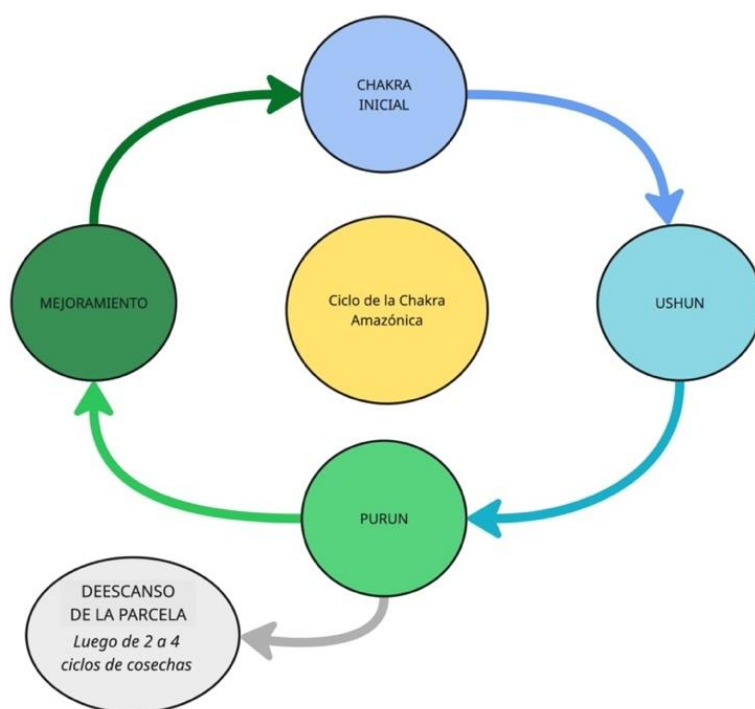


Figura 8. Ciclos de tiempo y formación de la chakra amazónica

Fuente y elaboración: Adaptada a partir de Corporación de Asociaciones de la Chakra Amazónica (2023)

Posteriormente al ser declarada como SIPAM se desarrolla como un sistema participativo de garantías (SPG) que busca promover y regular la implementación del sistema y que se pueda comercializar bajo el *Sello Chakra* a un nivel de certificación. En este sentido se construyen 9 principios que integran: cosmovisión indígena amazónica, manejo natural y agroecológico, saberes ancestrales, organización comunitaria, producción diversificada, liderazgo de la mujer, alta biodiversidad y asociación de

cultivos, producción sostenible y diversificada y criterios del paisaje amazónico. (Corporación de Asociaciones de la Chakra Amazónica 2023, 57). Todos estos enfoques se gestionan a través de niveles de organización con roles y responsabilidades donde los principales promotores son los llamados chakramamas y chakrayayas quienes tienen el rol de conservar, usar y transmitir los saberes del manejo de la chakra. En el eje comercial el uso del sello chakra implica la venta de productos frescos en ferias locales, la exportación de productos (materia prima) y productos con valor agregado, donde se mantienen criterios para el uso del sello (Figura 9) (CEFA 2022)



Figura 9. Sello del Sistema Participativo de Garantía Chakra Amazónica
Fuente y elaboración: Adaptada a partir de Corporación de Asociaciones de la Chakra Amazónica (2023)

El SPG chakra puede solicitarse a nivel de finca que sean parte de alguna de las tres asociaciones, Kallar, Wiñak o Tsatsayaku que conforman la Corporación Chakra, para posteriormente pasar por un proceso de inspección a través de una delegación técnica para verificar que se cumplan con los requisitos para certificarse con sello chakra. Si cumple con los principios de la chakra se presenta un informe consolidado de los criterios alcanzados y se emite una notificación que tiene validez de dos años. Posteriormente se manejan mecanismos de control, mejora y monitoreo donde se incluyen visitas a las fincas de forma aleatoria una vez al año, así como un plan de mejoras en aquellos criterios que necesiten fortalecerse. Es así que en la actualidad se cuenta con un número de 2200 productores certificados en la provincia del Napo en alrededor de 1100 ha (Fernández 2023, 11).

La chakra como agroecosistema ha sido poco estudiado, sin embargo, existen hallazgos que describen la contribución de la misma a mantener la biodiversidad y las dinámicas ecológicas dentro de los espacios manejados como parcelas. Se ha encontrado que la chakra puede preservar hasta un 56% de flora nativa, desconociendo todavía mucha

flora sin describir, pudiendo ser este porcentaje mucho mayor (Vera-Velez et al. 2019, 40–41). En torno a especies que contribuyen como alimento o madera, se han descrito porcentajes que van del 40 al 98 de existencia permanente en los sistemas chakras, entre árboles o especies como la chonta, limón, mandarina, guaba, guanábana, tamburo, caimito, cedro. En torno a especies animales, se describe como principal recurso la crianza de pollos (Coq-Huelva et al. 2017, 9-10)

Se han descrito factores internos que pueden poner en riesgo a la chakra, uno de ellos es la reducción del área de las parcelas usadas para los diferentes cultivos, se podría explicar desde el cambio generacional, donde abuelos tenían 24 ha en sus inicios pero posteriormente por herencia a hijos y luego a nietos, éstos últimos llegan a tener únicamente hasta 2 ha. Otro factor es que la mayor dedicación de tiempo a productos de interés comercial disminuye la biodiversidad en la chakra para sustento propio. Y esto último se conecta con el menor interés de los jóvenes en aprender el manejo de la chakra (Franco et al. 2018, 12). El impacto de la asociatividad sobre la producción agropecuaria es alta, en un estudio sobre fincas cafetaleras en la provincia de Loja en Ecuador se mostró un mejor índice de sustentabilidad relacionado con el rendimiento productivo entre los productores asociados y los no asociados, siendo estos últimos los que más bajos rendimientos produjeron (Samaniego y Quezada 2021).

2.1 La Asociación Kallari

La asociación Kallari nace en procesos organizativos entre el año 1997 a 2002, donde a través del apoyo de la organización no gubernamental Jatun Sacha, nace la *Asociación Agro Artesanal de Producción de Bienes Agrícolas Pecuarios y Piscícolas de Napo Kallari* conformada por miembros de comunidades de la nacionalidad Kichwa. Su nombre significa *iniciar o amanecer*, inicialmente las actividades se concentraron en la elaboración de artesanía, posteriormente al café y finalmente al cacao, por lo favorecido que se veía este producto en el mercado internacional (Coral-Guerrero 2023, 37-41). Actualmente trabaja con productores bajo sistema chakra en 21 comunidades de la provincia del Napo, describiendo que 56% de sus socios son mujeres; los productos agrícolas de la asociación son cacao (*Theobroma cacao* L.), vainilla (*Vanilla* spp.), guayusa (*Ilex guayusa* Loes.) cultivados bajo el modelo chakra amazónica (Torres et al. 2022, 27).

En torno a los productos comerciales que se produce en Kallari, el producto comercial estrella corresponde al cacao de variedad Nacional, igualmente se ha sumado

la vainilla ya que este producto se ha favorecido por la dinámica de sombra que necesita y por absorber el sabor de la vegetación aledaña, haciéndola muy apetecida en el mercado, pero requiriendo un mayor control manual del cultivo. La guayusa también ha encontrado un mercado importante por sus propiedades medicinales y energizantes así como un cultivo que no requiere mucho cuidado, lo que permite integrarlo de fácil manera al cultivo de cacao (Coral-Guerrero 2023, 57-61). Sin embargo, un estudio sobre las relaciones y factores entre indicadores socioeconómicos y de negocio mostró que había una relación negativa entre el crecimiento económico con el balance entre conservación y resiliencia ambiental (Luna y Barcellos-Paula 2024, 10-11).

Desde un aspecto sociodemográfico, existe un único estudio de enfoque comparativo que se realizó con las tres organizaciones de la Corporación Chakra. Este datos se levantaron en el marco del *Proyecto Agricultura Climáticamente Inteligente en Cacao Bajo Sistema Agroforestal en Ecuador* de la FAO, donde se usó la metodología de *Evaluación de Sostenibilidad de los Sistemas Alimentarios y Agrícolas (SAFA)* (Torres et al. 2022). Encontrándose valores bastante superiores en la asociación Kallari en varias de las dimensiones evaluadas, sin embargo, para este capítulo se usaron solamente los datos de la asociación Kallari y que se han resumido en la siguiente Tabla 11. En la misma tabla también se han añadido datos obtenidos de un estudio independiente entre varias universidades en las mismas zonas donde Kallari tiene socios (Coq-Huelva et al. 2017).

Tabla 11
Datos sociodemográficos y de manejo de sistema chakra en Kallari

Característica	Dato	Fuente
Edad promedio de socio	51,8 años	(Torres et al. 2022) FAO
		(Torres et al. 2022)
	74% hombre	FAO
Género de socio	26% mujer	(Torres et al. 2022) FAO
Etnia	94% kichwa	(Torres et al. 2022) FAO
Nivel de asociatividad:	44% SI	(Torres et al. 2022) FAO
participación	56% NO	(Torres et al. 2022) FAO
Área total de Finca	6,1 ha	(Torres et al. 2022) FAO
Área de chakra	2,1 ha	(Torres et al. 2022) FAO
Área bosque primario	2 ha	(Torres et al. 2022) FAO
Área bosque secundario	1,7 ha	(Torres et al. 2022) FAO
Uso de herramientas	64% SI	(Torres et al. 2022) FAO
motoguadaña	36% NO	(Torres et al. 2022) FAO

Ingresos netos por año	\$1.871	(Torres et al. 2022) FAO
Tiempo de trabajo en la chakra por semana	37,9 horas	(Heredia, Torres, Cayambe, et al. 2020)
No de miembros de familia que trabaja la chakra	4	(Heredia et al. 2020)

Fuente y elaboración: Adaptada a partir de Bolier Torres et al. (2024) y Heredia, Torres, Cayambe, et al. (2020)

Existen pocos estudios que analicen el impacto que tienen factores como la asociatividad y cooperativismo en el mejoramiento de la calidad de vida de los socios que integran organizaciones que promueven el manejo de la chakra como unidad productiva y social. Sin embargo, se ha logrado describir en un estudio comparativo entre las tres organizaciones que componen la Corporación Chakra Amazónica, que Kallari y Wiñak reflejan una estructura mucho más fortalecida que Tsatasayaku, con una mayor participación de los socios, esto especialmente en Kallari que ha logrado asegurar un constante acompañamiento técnico con la cooperación internacional en el manejo especializado de cacao bajo sistema chakra (Torres et al. 2024, 11).

Actualmente Kallari mantiene certificaciones extranjeras como *USDA organic* y la *EU Regulation EEC of Organic Production*, siendo éstas las principales certificaciones para que el cacao, la vainilla y la guayusa entren al mercado extranjero (Kallari, s. f.) Además de como se describió anteriormente es parte de la Corporación Chakra Amazónica desde el 2017, organismo que lidera el proceso de gestión de la marca y sello *Chakra Amazónica* (Corporación Chakra, s. f.-a). Estos logros han sido gracias al trabajo y acompañamiento técnico que ha desarrollado Kallari de forma interna, han generado un *Sistema de Gestión de Control Interno (SGCI)* que permite mantener un continuo monitoreo de los esquemas productivos de los productos comerciales con el objetivo de preservar las certificaciones comerciales y la toma de decisiones internas. Es en este sentido que la asociación maneja dos tipologías de fincas: orgánica y mixta, las características de las mismas se describen en el capítulo cuarto (Peñaloza, comunicación personal).

2.2 Producción de cacao bajo sistema chakra

La producción de cacao a nivel nacional se encuentra concentrada en la región costa en un 77% principalmente en las provincias de Los Ríos, Guayas y Manabí y un 10% corresponde a la Amazonía que se distribuye en producción bajo esquema de

monocultivo y como cultivo asociado que es el manejo como chakra (Paredes et al. 2022, 15). Este sistema productivo se ha posicionado como una herramienta clave como estrategia para la mitigación del calentamiento global al prevenir la expansión de frontera agrícola como el monocultivo, disminución de la deforestación y la conservación de la biodiversidad (17). Sin embargo, en función de la productividad se ha descrito que existen grandes diferencias en el rendimiento que se tiene de cultivos de cacao con un manejo integrado de la chakra. Esto implica que se cultive el cacao con sombra multiespecífica, es decir desde árboles maderables, leguminosas, frutales y plantas nativas, llegando a tener un promedio de 625 plantas/ha; sin embargo este tipo de chakra necesita un nivel de manejo de maleza más alto, así como técnicas de rehabilitación y renovación de árboles de cacao antiguos (Vera-Velez, Arévalo, y Grijalva 2013, 6).

La chakra es un sistema productivo, del cual su manejo es influenciado directamente por factores socioculturales como se describió en la caracterización inicial. El cultivo de la yuca tiene un componente muy importante de la tradición kichwa, es así, que desde ese enfoque se podría entender que la distribución del tiempo para manejar el sistema esté en un 30% para el cacao, un 23% para la yuca, 17% para el maíz, 14% para plátano y el resto para frutales entre otras especies. Sin embargo, el rendimiento se ve afectado si no se maneja especialmente la maleza alrededor del árbol de cacao. En la Figura 10 se observa la estructura básica de la chakra con la distribución de cultivos (Vera-Velez, Arévalo, y Grijalva 2013; Paredes et al. 2022, 48)

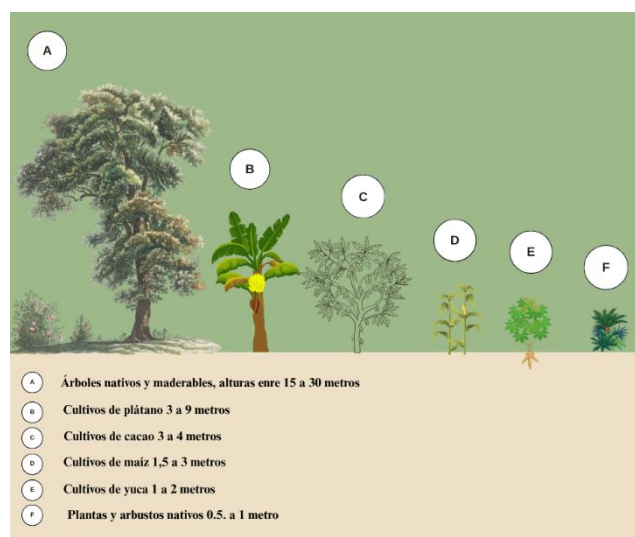


Figura 10. Estructura básica de la chakra

Fuente. Corporación de Asociaciones de la Chakra Amazónica (2023). Elaboración propia

Algo importante de mencionar es la diversidad genética del cacao que este sistema permite conservar, Ecuador es reconocido por la producción de cacao fino de aroma,

denominación de origen *Cacao Arriba* (Quingaísa 2007, 19).⁹ Se distinguen tres grupos genéticos, los Forasteros, los Trinitarios y los Criollos, de este último es el que se caracteriza por su calidad en sabor y aroma pero también por su antigüedad que puede datarse hasta hace 5.000 años. De este cultivar se desprende lo que se ha catalogado como *Complejo Nacional* (Vera-Velez, Arévalo, y Grijalva 2013, 21). A nivel nacional, existe una clara diferencia de la distribución geográfica del cultivo del complejo nacional frente a la variedad mejorada *CNN51- Colección Castro Naranjal* pero que presenta menor intensidad en aroma y sabor, también diferencias en superficie manejada, rendimiento y sistema de producción como se observa en la Tabla 12 (SIPA, s. f.).¹⁰

Tabla 12

Diferencias en los cultivos a nivel nacional de cacao variedad CNN51 y Complejo Nacional

Variedad de cacao	Superficie cultivada promedio por finca	Rendimiento T/ha	Tipo de producción		
			Orgánica	Transición	Convencional
CCN51	2,8 ha	0,80	6,39%	11,53%	82,08%
Complejo Nacional	1,4 ha	0,60	26,70%	22,16%	51,14%

Fuente. Sistema de Información Pública Agropecuaria del Ecuador 2024. Elaboración propia

Las variedades de cacao del complejo nacional necesitan ciertos parámetros para un óptimo crecimiento, especialmente el manejo de la sombra, como referencia el tener un promedio de 40 especies de árboles de sombra por hectárea de diferentes niveles y estratos (Larrea 2008, 17). Estas son algunas de las ventajas que tiene el sistema agroforestal para el cultivo de cacao.

⁹ La denominación de origen del *Cacao Arriba*, fue solicitada y concedida en función de caracterizar y separar la producción de la variedad nacional que tiene características propias del cultivo que lo diferencian de otros genotipos, las flores del cacao de variedad nacional presenta filamentos rojos que ninguna otra variedad presenta, así mismo ya en la transformación presenta sabor y aroma floral mucho más intensos que otras variedades, esto debido a las características geográficas de la producción, biodiversidad y polinización (Quingaísa 2007)

¹⁰ La variedad mejorada CCN51 se desarrolló en 1960 por Homero Castro al hacer cruzamientos entre algunas variedades de la zona ecuatoriana y de la región amazónica, dando como resultado una variedad altamente resistente a las enfermedades y con alta producción; sin embargo, su sabor y aroma se mantiene por debajo de la variedad nacional, además de contener un % de grasa entre las más altas de los cacaos. El sembrío de este clon es usado como material de propagación extensivamente en Ecuador (Boza et al. 2014, 20-21)

Capítulo tercero

Metodología de la Investigación

1. Localidad del estudio

El presente caso de estudio se realizó en las áreas de influencia de la Asociación Kallari en la provincia del Napo. La asociación actualmente se encuentra conformada por 776 socios distribuidos en 21 comunidades en las parroquias de Archidona, San Juan de Muyuna, Ahuano y Talag, donde se establecen ecosistemas que van desde bosques montanos y bosques de tierras bajas. Las zonas mencionadas se encuentran cercanas al Parque Nacional Sumaco Napo-Galeras (Plan de Ordenamiento Territorial Napo 2023-2027, 22-24; 28;93).

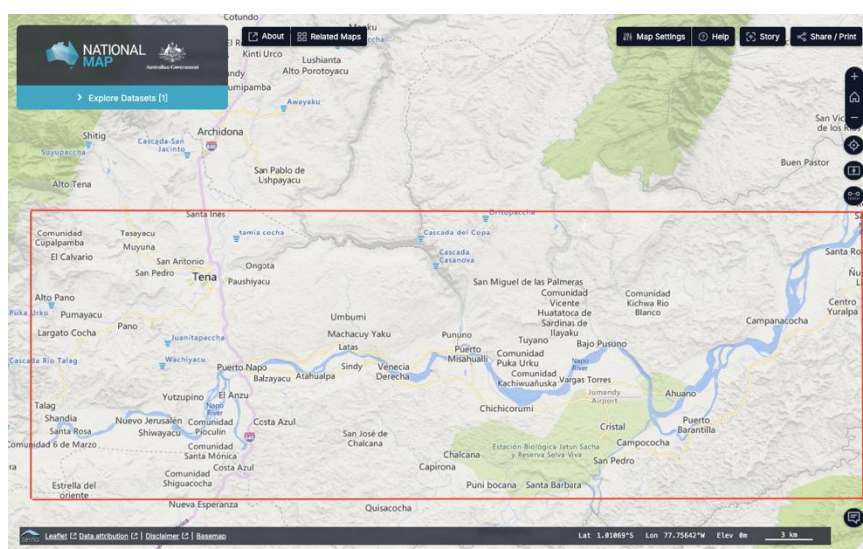


Figura 11. Mapa de los cantones Archidona, Muyuna, Ahuano y Talag donde se establecen los socios de Kallari.

Elaboración propia

2. Metodologías de medición de sustentabilidad en la Amazonía Ecuatoriana

La evaluación de la sustentabilidad ha sido ampliamente estudiada, por lo tanto, se han desarrollado diversas metodologías para estudiarla. Todas convergen en que se debe construir un análisis multicriterio que permite integrar diferentes valores que se encuentran en conflicto y que cargan con información tanto cualitativa y cuantitativa y que separados podrían tener muy bajo poder comparativo. Algunos de los métodos e instrumentos que han sido lo más usados o que han sido base para otras adaptaciones son la Metodología para la evaluación de sistemas de manejo incorporando indicadores de sustentabilidad conocido como MESMIS (Masera et al. 2000, 27), el Marco estratégico

para evaluar la gestión sostenible de la tierra (FESLM por sus siglas en inglés) desarrollado por la FAO (Smyth y Dumanski 1993, 25-33), el Mapeo analítico, reflexivo y participativo de la sostenibilidad (MARPS) desarrollado por la UICN (Imbach et al. 1997, 27-40), Evaluación de la sustentabilidad de agroecosistemas mediante uso de indicadores (Sarandón 2002, 393-411), el Biograma (Sepúlveda, Chavarria Miranda, y Rojas 2005, 52-62)

Un común denominador de las diferentes metodologías es que deben identificar un contexto, es decir una escala geográfica o nivel del objeto de estudio, las dimensiones que involucran junto con sus indicadores y un mecanismo de valoración a modo de escala y ponderación. Así mismo el establecer niveles mínimos y máximos para poder realizar la medición (Sepúlveda et al. 2002). En este sentido, se realizó una búsqueda exhaustiva de las metodologías usadas en Ecuador para medir sustentabilidad en sistemas agroforestales o chakra en territorios de la Amazonía, en función de determinar cuál marco metodológico usar (Tabla 13).

Tabla 13
Metodologías usadas para evaluar sustentabilidad en la Amazonía Ecuatoriana en sistemas agroforestales o chakra

Título	Autor y año	Lugar	Metodología	Comentarios
Sustentabilidad de los sistemas agroforestales de café especial de altura en el sector sur oriental del cantón Loja	(Fernández-Guarnizo et al. 2023)	Loja	Se calculó un Índice General de Sustentabilidad (IsGen). Encuestas a 15 personas. Sarandón y Flores (2014), construyendo indicadores en las dimensiones ecológica o ambiental (IE), económica (IK) y sociocultural (ISC)	La dimensión social fue limitante o negativa (Valoración inferior a 2) Indicador económico negativo en rentabilidad de la finca.
Evaluación de la sostenibilidad de sistemas productivos en la franja de diversidad y vida: reserva de biosfera Yasuní, Amazonía	(Heredia, Torres, Guerrero, et al. 2020)	Franja Diversidad y Vida (FDV) Francisco Orellana	Metodología SAFA – uso de Software 116 indicadores 6 casos de estudio (3 indígenas Waorani y 3 mestizos colonos) Encuestas y observación por 6 meses	Limitante en que la metodología SAFA es más adecuada para aplicarse en grandes organizaciones o entidades que en pequeños productores
Evaluación de la sustentabilidad mediante indicadores en unidades de producción de la provincia de Napo, Amazonía Ecuatoriana	(Bravo-Medina et al. 2017)	Napo	10 UPAs, 32 indicadores Uso de la tierra con pastizales. Sistema Ganadero como referencia. Se añade indicador Político	Dimensión ambiental parámetros morfológicos de suelo. Índice Potencial de Sustentabilidad (IPS), promedio simple de todos los indicadores (Masera et. al, 2000). Tres clases de sustentabilidad (Baja, Media y Alta).
Sustentabilidad y manejo agroecológico mediante indicadores en un paisaje agrícola: estudio de caso a nivel de finca, Amazonía Ecuatoriana	(Macas et al. 2020)	Pastaza	Metodología para evaluar sustentabilidad en la región amazónica ecuatoriana (MESRAE) 36 indicadores, 4 dimensiones 1 sola finca estudiada Índice de 5.69 nivel medio de sustentabilidad	Se generan flujogramas con entradas y salidas del sistema de producción. Se plantea un proceso de conversión agroecológica en un plazo de 12 meses
Evaluación de la sostenibilidad de la agricultura indígena agroforestal de pequeños agricultores en la Amazonía: un estudio de caso de los Kichwas del Ecuador.	(Heredia, Torres, Cayambe, et al. 2020)	Napo y Pastaza	Metodología Response-Inducing Sustainability Evaluation (RISE) - software Usa 10 indicadores con 50 parámetros en las dimensiones económica, social y ecológica	Se califican de 0 a 100 las respuestas. Nivel de sustentabilidad en valores de -100 a + 100

Fuente y elaboración: Adaptada a partir de las indicadas en la tabla

3. Metodología usada por adaptación de marcos metodológicos

Como se mencionó en el capítulo anterior en la caracterización de la chakra amazónica en función de la sustentabilidad, el único estudio encontrado que se realizó en el mismo grupo estudiado fue el de la FAO en el contexto del *Proyecto Agricultura Climáticamente Inteligente en Cacao Bajo Sistema Agroforestal en Ecuador* (Torres et al. 2022). En el mismo se usó la metodología SAFA para medir grados de sostenibilidad de las organizaciones dentro de la Corporación Chakra, sin embargo, para esta investigación se decidió no usarla por poca evidencia encontrada de haber usado esta metodología dentro de contextos de bioeconomía y por el limitante de acceso al software que se necesita para su implementación. Igualmente se menciona que los resultados de este estudio no hicieron distinción entre tipos de producción en nivel de certificación orgánica y producción agroecológica

En todos los casos descritos en la Tabla 13 que se usaron metodologías a base de indicadores, se necesitó el levantamiento de información haciendo uso desde cuestionarios estructurados o fichas levantadas por organismos gubernamentales, u organizaciones de asistencia, entre otros. En el caso de esta investigación, al haber realizado tenido la oportunidad de contar directamente con el apoyo de la asociación Kallari, la información usada en este trabajo se obtuvo directamente de las fichas digitales obtenidas en el Sistema de Gestión de Calidad Interna de Kallari. Las mismas que cuentan con información relevante a nivel sociodemográfico, y principalmente productivo para los procesos de certificación de que tiene la asociación, éstas fueron facilitadas por el Jefe de la Unidad de Certificación y Calidad y con conocimiento informado de la asociación Kallari. Para la realización de esta investigación se escogió trabajar con la metodología de Sarandón 2002; Santiago J Sarandón y Flores 2009, 20-26; Santiago Javier Sarandón et al. 2014, 375-397, primero por haber encontrado su uso en sistemas agroforestales en Ecuador y también por la similitud con el sistema usado dentro del Sello Chakra en Kallari. Sin embargo, ya que esta metodología no es usada estrictamente para evaluar la bioeconomía como tal, se hizo una adaptación con los indicadores contruidos por la FAO (S. Bracco 2019, 48-78), donde se realizan dos aproximaciones del monitoreo de la bioeconomía, uno a nivel de producto y otro a nivel territorial. Así mismo se hizo uso de los criterios del Sistema Chakra Amazónica que hace uso de indicadores para evaluar la consolidación de este tipo de sistema de producción (Corporación Chakra, s. f.-b). A través de las preguntas que se encuentran en el Sistema de Gestión de Calidad Interno de la Asociación Kallari (SGCI), el cual a través de un Software levanta información de

forma digitalizada directamente de cada socio mediante una Ficha de Inspección Interna, la misma prioritariamente se usa para los procesos de auditoría externa para las certificaciones Orgánica Internacional (EU y USA-NOP), Orgánica Nacional, Fair Trade y Chakra con las que cuenta la asociación (Peñaloza, comunicación personal).

3.1 Adaptación metodología Sarandón

La metodología multicriterio desarrollada por Sarandón es usada para evaluar de manera comparativa sistemas de producción para analizar el nivel de sustentabilidad de forma comparativa tomando como referencia el enfoque agroecológico, por lo tanto, su uso se limita a menores unidades productivas, comparando desde únicamente una producción frente a otra, o integrando dos, tres o cuatro unidades productivas. Esto también se debe a que la representación gráfica que comúnmente se usa, el diagrama de tela de araña se volvería muy difícil al tener muchos casos comparados. De hecho, no necesariamente se tiene una homogeneidad en el número de entidades evaluadas, su enfoque radica en la capacidad de demostrar la multiplicidad de valores que pueden tener unidades productivas para decir que una es más sustentable que otras y poder realizar comparaciones.

La dimensión económica busca evaluar cuán estable o sostenible es un sistema productivo en ingresos monetarios, así como la eficiencia en productividad, siendo estas variables tradicionales de ámbito económico. La dimensión social puede tomar varias líneas de evaluación, desde la capacidad de autogestión y nivel de asociatividad, calidad de vida desde el punto de vista estructural, así como la percepción propia del productor de sus condiciones de vida. (Cieza y Sarandón 2023). En el caso de la dimensión ambiental o ecológica, este puede abordarse desde un esquema interno hablando del impacto o externo de la finca, predio, unidad productiva, etc. También se pueden esquematizar por el impacto que tienen las diferentes formas de manejo de los recursos, tanto en tipos, formas y modelos de producción.

Cada dimensión puede estar o no conformada por subdimensiones, y éstas su vez se conforman por criterio, los cuales pueden constituirse por los indicadores más idóneos. No hay un acuerdo en la cantidad de indicadores ideales por cada dimensión ni que sean iguales en número (Sarandón y Flores 2009, 21). Para este estudio se seleccionaron criterios por dimensión en función de los puntos críticos establecidos por parte del especialista técnico y el promotor en territorio de Kallari, en función del conocimiento del manejo productivo y socios (Tabla 14).

Tabla 14
Dimensiones y criterios para evaluar sustentabilidad en Sistema Chakra

Dimensión	Criterios			
Dimensión Económica (IK)	Autosuficiencia alimentaria	Ingresos	Rentabilidad	Riesgo económico.
Dimensión Ambiental (IA)	Conservación de la vida de suelo.	Reserva de Carbono	Manejo de Biodiversidad	
Dimensión Socio-Cultural (IS)	Satisfacción de las necesidades básicas	Inclusión	Gobernanza y Participación	Conocimiento y conciencia ecológica

Fuente y elaboración: Adaptada a partir de Sarandón y Flores (2014)

Siguiendo la metodología Sarandón et al. (2006, 22-24), una vez recolectados los valores por cada dimensión se procede a calcular el índice por dimensión. Para dicho paso, se procede a ponderar aquellos valores que corresponderían a tener más valor o peso en la dimensión, en este caso se seleccionaron los indicadores que conectan con los elementos clave del sistema chakra, alimento, biodiversidad y cultura. El cálculo final del Índice de Sustentabilidad se calcula en función de las tres dimensiones, donde el resultado correspondería al nivel de sustentabilidad, determinando que un resultado menor a 2 implicaría que el sistema no es sustentable.

3.2 Adaptación metodología FAO – Bioeconomía

Como se mencionó anteriormente, en función de que ninguna de las metodologías aplicadas en los sistemas agroforestales de la Amazonía ecuatoriana fuera aplicada en el marco de la bioeconomía, se tomaron indicadores, criterios y principios del único documento que aborda la evaluación de la sustentabilidad en la bioeconomía (Bracco 2019, 8-10). Se adaptaron con los indicadores correspondientes a las preguntas de la certificación del Sello Chakra, como se observa en la Tabla 15, se conectaron las preguntas Chakra en función del criterio al que correspondería, de manera combinada, se usan indicadores sociales, económicos y ambientales de manera integrada en varios de los principios. En la misma tabla se observa que cada Principio tiene sus criterios y cada criterio sus indicadores adaptados que se responden en base a las preguntas del Sistema

Chakra de Kallari. Es importante mencionar que los Principios de la metodología FAO no tienen una proyección de enfoque social mientras que la Certificación del Sistema Chakra está especialmente conectada con características socio-culturales, esto se ve en el Principio 1 donde no se pudo hallar criterios directos dentro del documento de la FAO y por lo tanto se adaptó directamente a los indicadores Chakra de índole cultural. 7 ya que en este indicador se aumentaron indicadores culturales (58–78).

Tabla 15
Adaptación de los indicadores FAO para la Bioeconomía con indicadores del Sistema Chakra

Principio	Criterio	Indicador Adaptado
Principio 1 El desarrollo sostenible de la Bioeconomía debe apoyar la seguridad alimentaria y la nutrición a todos los niveles	Seguridad alimentaria y nutrición aseguradas	Disponibilidad de alimentos
	Promoción de una intensificación sostenible de la producción de biomasa	Prácticas agrícolas que optimicen la productividad y eficiencia del uso de insumos
		Hectáreas de tierra agrícola utilizadas para producción de biomasa
	Derechos adecuados sobre la tierra y otros recursos	Propiedad de la tierra y uso documenta del derecho a usar la tierra
Principio 2 La Bioeconomía sostenible debe garantizar que los recursos se conservan protegen e incrementan	Biodiversidad y conservación aseguradas	Diversidad funcional
		Plan para asegurar mantenimiento de fauna y vegetación nativa
	Mitigación del cambio climático	Reserva de carbono (kg / unidad de biomasa)
	Calidad y la cantidad de agua se mantienen o mejoran	Disponibilidad de agua
	La degradación de la tierra, el suelo, los bosques y el medio marino se previene, detiene o invierte	Balance de nutrientes del suelo
Principio 3 La Bioeconomía sostenible debe apoyar el crecimiento económico competitivo e inclusivo	Fomento al desarrollo económico	Ingreso económico
		Condiciones de trabajo
	Crecimiento económico inclusivo	Equidad de género
		Gestión de los recursos familiares
Principio 5		Eficiencia energética

La Bioeconomía sostenible debe basarse en una mayor eficiencia en el uso de recursos y la biomasa	Se mejora la eficiencia en el uso de los recursos, la prevención de residuos y la reutilización de los mismos en toda la cadena de valor de la bioeconomía	Uso de residuos
		Tratamiento de residuos
Principio 7 La Bioeconomía sostenible debe hacer un buen uso de los conocimientos existentes, como de tecnologías sólidas y buenas prácticas y cuando corresponda promover la investigación y la innovación		Pertenece a Nacionalidad Indígena Posee y aplica saberes ancestrales Heredó, aplica y transmite saberes ancestrales

Fuente. Adaptado de Bracco 2019 y fichas de SGCI de Kallari

Elaboración propia

Nota. En el Principio 7 no fueron posible usar criterios que hayan estado establecidos en la Metodología FAO ya que la misma no hace uso de indicadores sociales de índole cultural. En este caso se adaptaron indicadores del Sistema Chakra relacionados con los saberes ancestrales.

Es importante mencionar que varios de los indicadores se tuvieron que calcular en función de los datos obtenidos de las fichas Kallari. Sobre el secuestro de carbono que pueda darse con la chakra, se ha encontrado que este sistema agroforestal tienen gran potencial de recuperación de la estructura original de bosque al momento de abandono, se ha descrito que se puede recuperar en un 60% toda la composición florística y vegetativa después de 15 a 20 años de abandono (Coq-Huelva et al. 2017, 9–10). En la metodología usada en esta investigación se hizo uso de los cálculos usados en la investigación de Huera-Lucero et al. (2024), donde se logra determinar que el almacenamiento de carbono tanto sobre como de debajo de suelo es muy superior en modelos productivos como la chakra, especialmente aquellos que poseen dentro de sus parcelas bosque secundario o primario, comparado con los sistemas de producción de cacao por monocultivo (Huera-Lucero et al. 2024, 11).

3.3 Esquema de proceso metodológico usado

Para el levantamiento de información se usó como fuente primaria las fichas de cada socio que se generan por el Sistema de Gestión y Control Interno de Kallari, se debe mencionar, que en la misma ficha por el manejo interno de las fincas en la Asociación, se

categorizan a las fincas en orgánicas y mixtas según tipología propia para las diferentes certificaciones que tiene Kallari. Para el cálculo de la muestra representativa se usó un nivel de confianza del 90% con un error del 6.5%, dando como resultado 135 fichas de los 776 socios, estas se obtuvieron de forma aleatoria tomando en cuenta que no se dispone de un dato exacto de cuantos de los socios son de producción únicamente orgánica y cuales son de producción mixta. De la muestra obtenida se obtuvieron 57 fichas de producción orgánica y 78 fichas de producción mixta. La información de la ficha fue usada directamente y en otros casos calculadas como el caso del carbono ya que este dato no se encontraba directamente en la ficha. Para una profundización especialmente de la dimensión socio-cultural se aplicaron entrevistas semiestructuradas en diferentes visitas a productores proveedores de Kallari, tanto orgánicos como mixto y un convencional. Los productores fueron seleccionados de forma aleatoria en función de la ruta del cacao que maneja Kallari. Dentro de la adaptación de las metodologías de Sarandón y de la FAO, se analizaron diferentes trabajos especialmente vinculados al análisis de sistemas productivos agroecológicos; se usaron las preguntas en sus diferentes dimensiones para conectarlas con las preguntas que se definen en los Principios de la Bioeconomía de la FAO vinculadas a las cadenas de valor (Blandi et al. 2015, 255-258; Blanco et al. 2023; Cieza y Sarandón 2023, 792-794; Studer et al. 2024, 4-5).

A continuación, se muestra a través de la Figura 12, el flujograma de la metodología usada en esta investigación. Como se mencionó anteriormente, la información cuantitativa y cualitativa se obtuvo de las Fichas digitales del Sistema de Gestión de Calidad de la asociación Kallari. La siguiente figura presenta el flujograma metodológico desarrollado para la evaluación de la sustentabilidad del sistema agroforestal chakra en la Asociación Kallari, integrando de manera complementaria los enfoques de Sarandón y la FAO. Este esquema refleja las etapas sucesivas del proceso: desde la definición de los objetivos de evaluación y la selección de los sistemas de producción (orgánico y mixto), hasta la construcción de indicadores adaptados; los cuales fueron validados con la misma Asociación, posteriormente la recolección de información y el análisis comparativo a través de gráficas visuales. Se resalta la manera en que ambas metodologías convergen: Sarandón, con un enfoque por dimensiones (social, ecológica y cultural), y la FAO, con un enfoque por principios que integran criterios múltiples. Se estandarizaron los valores mediante una escala de 1 a 4, permitiendo clasificar los sistemas como sustentables o insustentables, y cómo se identificaron puntos de convergencia entre los dos enfoques para establecer el nivel de sustentabilidad

comparado. Esta integración metodológica fue clave para capturar tanto los aspectos técnicos como los culturales y territoriales del sistema chakra, alineándose con los objetivos de evaluación de la bioeconomía sustentable desde una perspectiva local

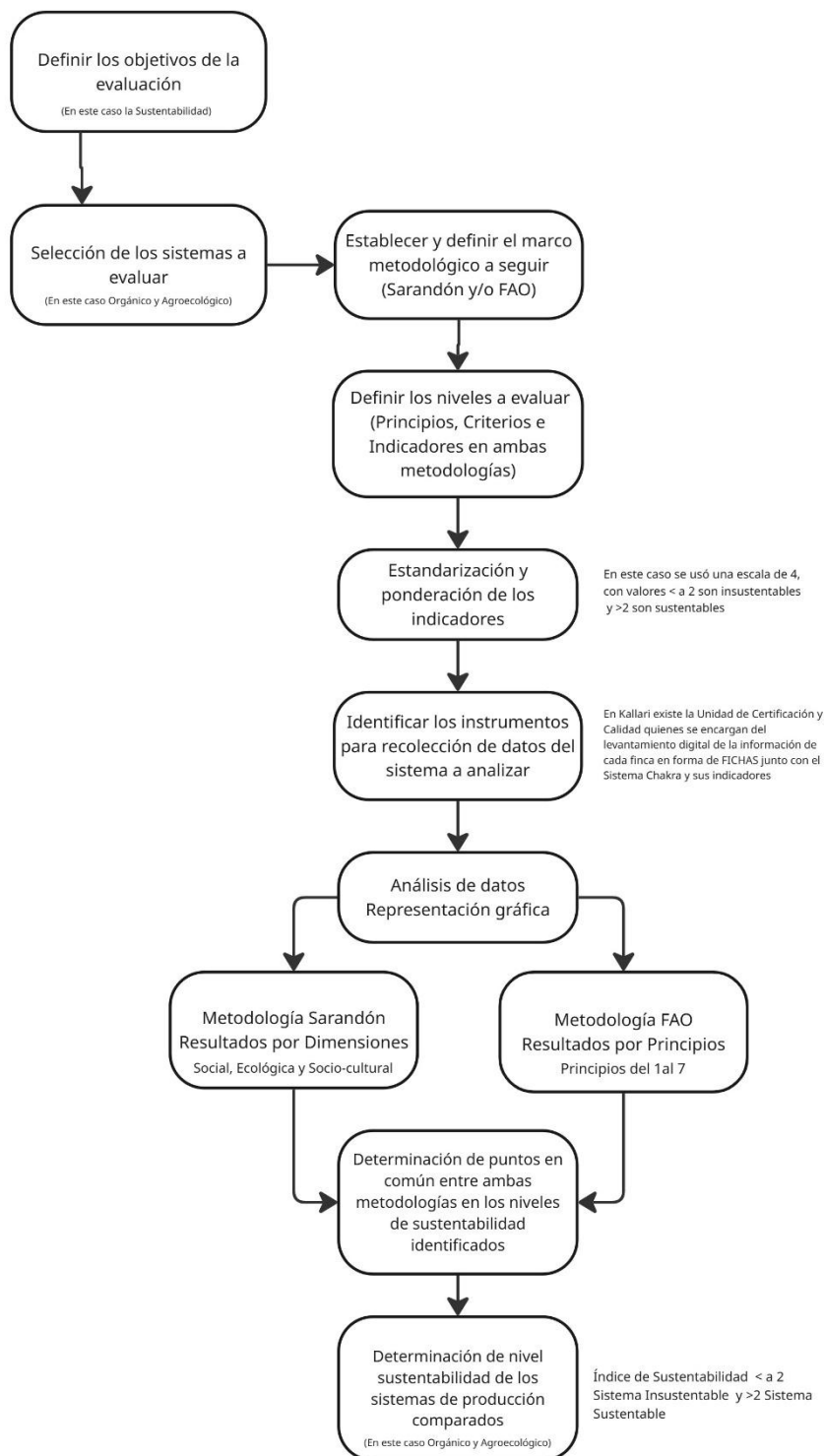


Figura 12. Flujograma de la metodología

Fuente. Adaptada a partir de Sarandón y Flores (2014) y Bracco (2019). Elaboración propia

Capítulo cuarto

La sustentabilidad del sistema chakra de la asociación Kallari en función de indicadores bioeconómicos

Como se describió en la metodología del presente estudio, en este capítulo se realizará una caracterización de la producción de cacao bajo sistema chakra de la Asociación Kallari del cantón Napo en la provincia del mismo nombre. Se partirá de los resultados obtenidos del análisis, tabulación y ponderación de las 135 fichas de los productores distribuidas en los tipos de producción por clasificación propia de la Asociación como Orgánica y Mixta obtenidas del Sistema de Gestión de Calidad Interno - SGIC de Kallari. De forma introductoria se describirán las generalidades del tipo de producción como las características sociodemográficas de los socios, posteriormente se profundizará en el análisis de los resultados del nivel de sustentabilidad con la adaptación de los indicadores de la FAO como de Sarandón (2006). Finalmente se abordarán algunos indicadores e información directa de la ficha para discutir su influencia en la forma de categorizar un proyecto bioeconómico de las características de Kallari.

1. Características productivas de los productores muestreados en Kallari

Se tabularon las 135 fichas, las cuales se distribuyeron en 57 como producción Orgánica y 78 como producción Mixta, dentro de los dos tipos de producción se encuentra la cadena de valor del cacao que es la principal cadena que trabaja Kallari, y que al ser sistemas asociados varios productores también optan por producir de forma asociada para las cadenas de valor de la guayusa y la vainilla. Cabe recalcar que todos los productores a los cuales Kallari levanta la información en las fichas producen bajo Sistema Chakra. Para este trabajo se seleccionaron fichas que producen únicamente cacao o cacao con guayusa y/o vainilla asociada. Como se observa en la Tabla 16, los productores orgánicos tienen una mayor tendencia a producir cacao asociado con guayusa con un 39%, dejando en un 35% sólo la producción de cacao, mientras que en la producción mixta el cultivo únicamente de cacao evidencia una predilección con un 42%.

Tabla 16
Distribución de los cultivos comerciales en los productores Orgánico y Mixta

Tipo de Producción	Sólo Cacao	Cacao + Guayusa	Cacao +Vainilla	Cacao + Guayusa +Vainilla
Mixta	42%	24%	23%	10%
Orgánica	35%	39%	12%	14%

Fuente. Fichas del SGIC de Kallari. Elaboración propia

Así mismo se analizó el uso de la tierra en los diferentes tipos de producción, donde la producción Mixta tiene en promedio una superficie total de finca de 3,65 has. las cuales se dividen en promedio en 4,02 parcelas para su uso indistinto en el cultivo comercial, cultivo de chakra, maderables, barbecho, bosque primario o secundario, mientras que la producción orgánica tiene un promedio de 0,99 ha en la superficie total de las fincas y de esa superficie un 0,96 ha es usado para la producción de cacao y en ese mismo espacio los cultivos comerciales asociados de guayusa y vainilla. Igualmente es importante resaltar que los cálculos de producción de cacao en toneladas por año se realizan en Kallari en función de la edad de los árboles de cacao en cada parcela, teniendo en cuenta que mientras más antiguo es un árbol menor es su productividad. En este sentido cabe mencionar que Kallari a partir del año 2021 a través del cambio de copa ha mejorado la producción en aquellas parcelas que los productores han implementado esta práctica, donde el 30% de los productores mixtos han adoptado esta práctica.¹¹

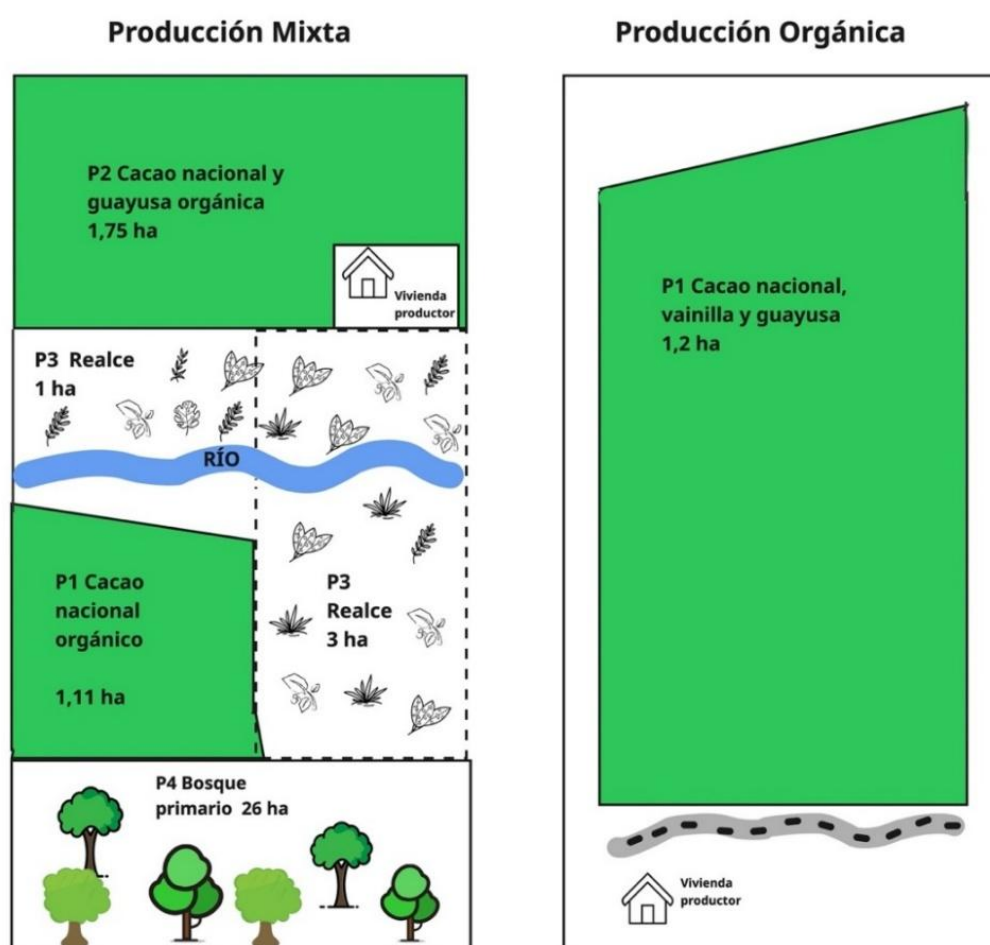
Tabla 17
Detalles del uso de la tierra en la producción de Fincas Orgánicas y Mixtas

Tipo de Producción	Superficie total de Finca	Superficie mínima de finca	Superficie máxima de finca	Superficie de uso para cultivo de cacao	No de parcelas	Producción de Cacao en T por ha	Cambio de copa en año
Mixta	3.65 ha	0,25 ha	32 ha	1,03 ha	4,02	1,09 T/ha	30%
Orgánica	0,99 ha	0,09 ha	4 ha	0,96 ha	1,3	0,8 T/ha	14%

Fuente. Fichas del SGIC de Kallari. Elaboración propia

¹¹ El cambio de copa es una técnica de mejoramiento de los cultivos de cacao que implica el realizar injertos para reemplazar las ramas superiores en plantaciones antiguas o improductivas (Paredes et al. 2022, 31).

En este mismo tipo de producción mixta es importante mencionar que al ser bajo sistema agroforestal la producción asocia los diferentes cultivos con bosque; es más, las fincas mixtas tiene parcelas con cultivos que van desde balsa, gradual, café, maderables; el área de chakra comprende de manera principal el cultivo de platano y yuca así como diversas plantas de uso alimenticio y medicinal; también se describen predios con bosque primario y bosque secundario y de manera muy frecuente predios en realce o barbecho.¹² En la Figura 13 se grafica como se visualiza una finca de producción Mixta con diferentes parcelas; para este ejercicio se ha tomado una de las fincas más diversas junto a una de las fincas de producción orgánica y como se encuentran distribuidas las parcelas, observar como las parcelas en la producción mixta muestran la combinación de parcelas de los productos comerciales certificados, sólo cacao y otra combinado con guayusa, junto a parcelas en fase de realce y bosque primario en la misma propiedad. Se muestra así mismo la finca orgánica donde únicamente se cuenta con una parcela que combina los tres productos comerciales certificados orgánicos.



¹² El realce o barbecho es una espacio de terreno que se deja sin prácticas productivas para que la vegetación pueda crecer a su ritmo natural (Restrepo et al. 2000, 131).

Figura 13. Distribución de parcelas en producción orgánica y mixta con el promedio de hectáreas por parcela.

Fuente. Fichas SGCI Kallari. Elaboración propia.

La distribución de las diferentes parcelas tiene una estrecha relación con las características del uso de la tierra y la superficie de la finca, donde el promedio en hectáreas de las fincas de producción mixta fue de 3,5 ha mientras que la producción orgánica en promedio las fincas son de 0,99 ha. Sin embargo, algo muy importante de identificar es que, dentro de la superficie total de las fincas mencionadas anteriormente, para el cultivo de cacao se usaron 1,03 y 0,93 ha. respectivamente por tipo de producción. Es decir que, en ambos casos, tanto productores mixtos como orgánicos usaron una superficie muy similar para la producción de cacao.

2. Características sociodemográficas de los productores de Kallari

En referencia a las características el 53% y 60% corresponden a mujeres frente al 47% y 40% de hombres en las fincas orgánicas y mixtas respectivamente. Estos resultados pueden tener conexión con la dinámica cultural en que la chakra es manejada principalmente por la mujer, ya que la ficha no es llenada por la persona que se encuentre disponible en el momento del levantamiento de la información de la finca, sino que es la persona a la cual pertenece la tierra (Figura 14).

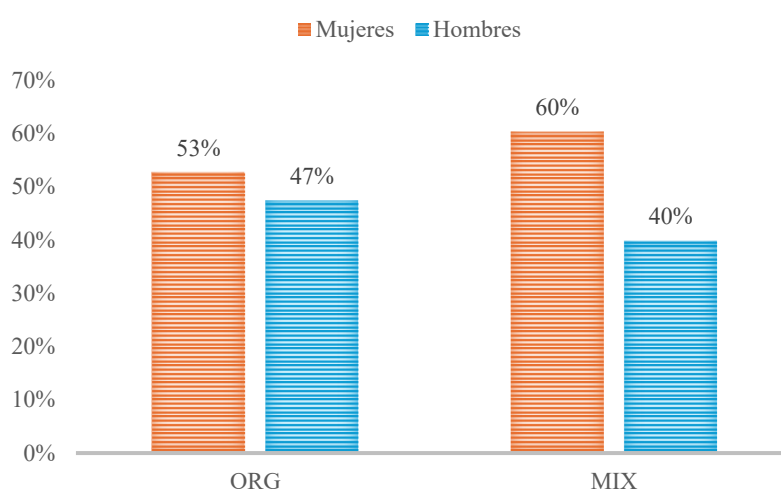


Figura 14. Distribución de género en % de los productores Orgánico y Mixta

Fuente. Fichas del SGIC de Kallari. Elaboración propia

En función de la distribución en edades de los productores se encontró que la distribución de los rangos de edad es similar entre los dos diferentes tipos de producción, sin embargo, sí se observa que la mayoría de los productores se encuentran en un rango

de edad entre los 25 a 44 años de edad, seguidos de quienes se encuentran entre los 45 a 64 años de edad. Cabe mencionar que, en el rango de productores con edad superior a los 65 años de edad, la mayor edad registrada es de 74 años en los productores mixtos (Figura 15).

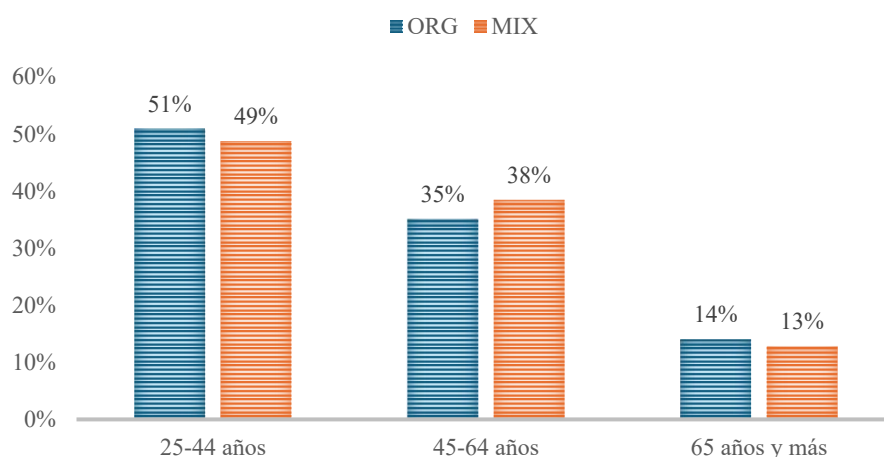


Figura 15. Distribución en grupos de edad en % de los productores Orgánico y Mixta
Fuente. Fichas del SGIC de Kallari. Elaboración propia

Un factor que se consideró importante en este estudio por la naturaleza del caso escogido fue el de la asociatividad, en Kallari se define como socio jurídico a aquel que tienen características de participación de voz y voto a nivel de gobernanza. Del total de las 135 fichas, se encontró que el 75% de los socios jurídicos pertenecen al tipo de producción Mixta mientras que el 25% restante correspondió a la producción Orgánica (Figura 16)

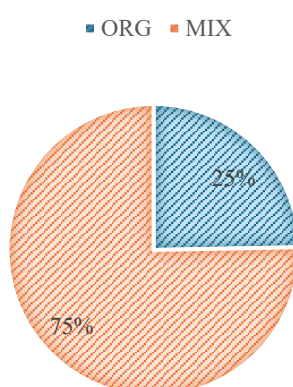


Figura 16. Distribución de los socios jurídicos % de los productores Orgánico y Mixta
Fuente. Fichas del SGIC de Kallari. Elaboración propia

3. Descripción de la sustentabilidad de la producción mixta y orgánica en Kallari

Como se describió en la metodología de este estudio, se hizo una adaptación de los indicadores de la FAO, Bracco (2019) para la sustentabilidad en la bioeconomía y la

metodología de Sarandón (2006) aplicada en sistemas productivos agroecológicos. Como se mencionó en el capítulo de la Metodología, se enfatiza nuevamente que los indicadores FAO para la Bioeconomía fueron contruidos para medir la sustentabilidad a nivel territorial es decir en diferentes niveles geográficos y la otra a nivel de producto como cadena de valor separando los sectores primarios y secundarios, para este estudio la producción de cacao en Kallari entra en nivel de producto como cadena de valor en el sector primario. Los datos se obtuvieron directamente de las fichas de los productores las cuales contienen datos relevantes para responder o calcular los diferentes indicadores; así mismo la misma ficha contiene las respuestas del Sistema de Certificación Chakra que se engloban en treinta y tres preguntas referentes a dimensiones socio-culturales, ecológicas y productivas del sistema productivo chakra de cada socio. Se usó una escala del 1 al 4 para valorar el grado de sustentabilidad con los datos obtenidos, siendo 1 no sustentable y 4 como altamente sustentable, teniendo como punto medio el 2 para categorizar como el mínimo para definir a la práctica como sustentable.

Inicialmente se mostrarán los resultados obtenidos con los indicadores de la FAO, recalcando que el enfoque tomado en este estudio fue de los indicadores para cadenas de valor. Los mismos se han agrupado en los Principios de la bioeconomía, para este estudio solo se pudieron agrupar en seis de los diez principios descritos para la bioeconomía. Esto sucedió debido a que el Principio 4 se aplica en base a proyectos de innovación, microcrédito, potencial de tratamiento de agua, entre otros que no se aplican en este caso; igualmente los Principios 8,9 y 10 se enfocan en los eslabones de comercialización y mercado como en los patrones de consumo de la sociedad, los cuales tampoco tienen conexión con la investigación de este caso.

3.1 Sustentabilidad de la producción de Kallari desde indicadores de Bioeconomía de la FAO

Para el análisis de la sustentabilidad de los productores orgánicos y mixtos de Kallari con los indicadores de FAO se escogieron las preguntas que dan la información necesaria para responder a los principios de la bioeconomía y las categorías de impacto. Es importante observar que los diferentes principios hacen uso de diversos indicadores de las tres dimensiones, social, ambiental y económica de manera combinada y no separada por dimensión. Como se mencionó en la metodología donde se recogen en la Tabla 15. Igualmente, las diferentes categorías de impacto pueden tener más de un indicador conformándola, para una mejor lectura en las tablas de descripción de cada

principio, el color naranja corresponde a indicadores sociales, el color azul a indicadores económicos, el verde a indicadores ambientales, aquellos que no tienen color son aquellos que se añadieron y no se encontraban en la lista de indicadores FAO. A continuación, en la Tabla 18, se colocan algunos indicadores del sistema Chakra como ejemplos por cada Principio FAO analizado en esta investigación, posteriormente se discutirán los resultados más relevantes por cada principio.

3.1.1 Principio 1: El desarrollo sostenible de la bioeconomía debe apoyar la seguridad alimentaria y la nutrición a todos los niveles

Para analizar este principio se escogieron los indicadores que estaban asociados con la seguridad alimentaria en función de la disponibilidad de alimentos o biomasa apta para consumo humano, la producción y el consumo en función del rendimiento; el uso de la tierra para productos alimenticios y no alimenticios, así como los derechos sobre la misma. Dentro del contexto del Sistema Chakra se resalta que este principio hace uso de diversos indicadores, tanto sociales, económicos como ambientales dentro de su mismo análisis.

A continuación, se muestra como la producción mixta tiende a tener mejores niveles de sustentabilidad en los indicadores sobre la disponibilidad de alimento y las prácticas agrícolas para mejorar la productividad, lo que podría ser considerado en función de que la producción Mixta tiene mayor diversidad de cultivos aparte de los comerciales, además la disponibilidad de tierra es mucho mayor que en los productores orgánicos. Comparando ambos tipos de producción en función del uso de la tierra, los dos muestran una tendencia similar de la tenencia, la posesión de escrituras, así como el tiempo de uso de la tierra. Esto se podría conectar con que la forma más común de tenencia de la tierra en todos los productores es la heredada, donde muchos de los productores son parte de una misma familia y las fincas se parcelan para dejar como herencia (Figura 16).

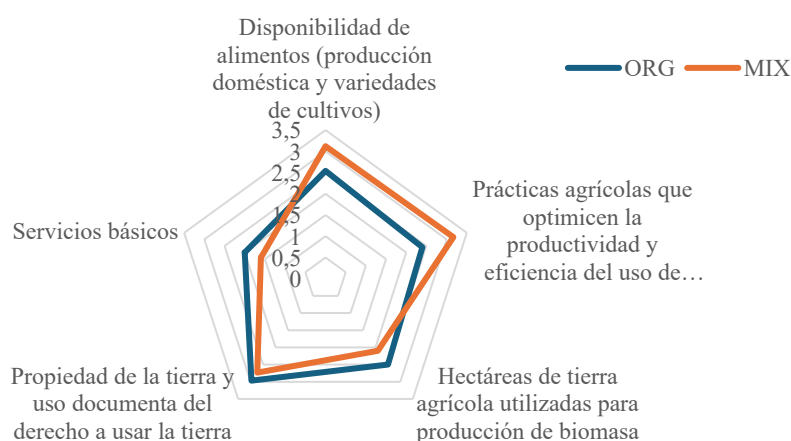


Figura 17. Resultados indicadores Principio 1 de la Bioeconomía en la producción Orgánico y Mixta

Fuente. Fichas del SGIC de Kallari. Elaboración propia

Se resaltan tres criterios importantes que debe tener un proyecto bioeconómico: la seguridad alimentaria, la intensificación sostenible de la producción de la biomasa y el uso adecuado de la tierra. Los indicadores del Principio 1 muestran que ambos tipos de producción obtienen valores cercanos o superiores a 2,5 en la escala aplicada, especialmente en variables como consumo familiar, especies tradicionales y diversidad productiva. Destaca en particular que la producción mixta alcanza puntajes superiores a 3 en disponibilidad alimentaria, lo cual puede explicarse por su estructura más diversificada, donde en parcelas promedio de 0,69 hectáreas se cultivan simultáneamente yuca, plátano, frutales, plantas medicinales, entre otros rubros de autoconsumo. Esto contrasta con la producción orgánica, que si bien mantiene prácticas agroecológicas y un enfoque más técnico, tiende a especializarse en productos comerciales como el cacao, reduciendo la inclusión de cultivos alimenticios en la misma parcela. Este patrón se refleja también en el indicador de superficie utilizada: la producción orgánica obtiene mejores puntajes por la eficiencia en la producción del rubro principal en áreas más limitadas, pero esta eficiencia podría estar limitando la función alimentaria y nutricional del sistema. En este sentido, aunque ambos sistemas pueden considerarse sustentables según los umbrales de la FAO, es necesario reflexionar si los indicadores aplicados capturan adecuadamente la sustentabilidad alimentaria integral, entendida no solo como producción, sino como acceso, diversidad y soberanía alimentaria desde una lógica territorial.

3.1.2. Principio 2: La Bioeconomía sostenible debe garantizar que los recursos se conservan protegen e incrementan

Para este principio se usaron los criterios sobre la conservación de la biodiversidad, la mitigación del cambio climático, uso de agua y degradación del suelo. Todos los indicadores son de índole ambiental, ya que este principio se enfoca en los recursos naturales que son usados para la producción de la biomasa, así como de los recursos que puedan tener un impacto por el tipo de producción. Se observa que la producción Mixta tiene mejores valores en los indicadores que se refieren al balance de

nutrientes en el suelo, esto se relacionaría a que la producción mixta hace un uso mayor de especies nativas rastreras para cubrir el suelo, así como prácticas de reincorporación de nutrientes al suelo. La disponibilidad del agua hace énfasis al conocimiento de los productores en tomar medidas del sistema de uso de agua para eventuales riesgos de contaminación o afectación por eventos climáticos. En cambio, la producción orgánica, aunque muestra buenos puntajes, se encuentra más centrada en el manejo del cultivo principal, lo cual podría limitar en parte su contribución a ciertos procesos ecológicos integrales.

Un aspecto relevante que refuerza este resultado es que el 64% de las fincas mixtas aplican prácticas de barbecho o realce, lo que significa dejar descansar la tierra por largos períodos para su regeneración natural. Esta práctica, además de responder a lógicas ancestrales de cuidado del suelo, tiene un efecto directo en la acumulación de carbono en el ecosistema, aumentando su capacidad de resiliencia frente al cambio climático. Sin embargo, es necesario reflexionar sobre cómo se interpreta este puntaje desde los estándares internacionales. ¿Basta con superar un umbral técnico para considerar que se está aportando a la mitigación del cambio climático? Desde una perspectiva crítica, como plantea Bringezu (2019), el simple cálculo de carbono debe complementarse con una lectura ecológica del territorio, considerando la conectividad de ecosistemas, el mantenimiento de suelos vivos y la autonomía en el uso de especies nativas.

Asimismo, es importante señalar que la disponibilidad de agua aparece como uno de los indicadores más débiles en ambos sistemas, lo cual genera una alerta frente al manejo del recurso hídrico en la región. La metodología aplicada permite identificar este punto crítico, tanto en términos técnicos (como la necesidad de mejorar la captación, conservación e infiltración del agua), como desde el plano del conocimiento ancestral, donde los ciclos del agua están asociados a prácticas culturales específicas. Este hallazgo puede orientar futuras intervenciones técnicas y políticas públicas, ya que demuestra que incluso en sistemas tradicionalmente sustentables como la chakra, existen aspectos ecológicos específicos que requieren una atención prioritaria desde un enfoque integral, adaptativo y culturalmente situado (Figura 18).

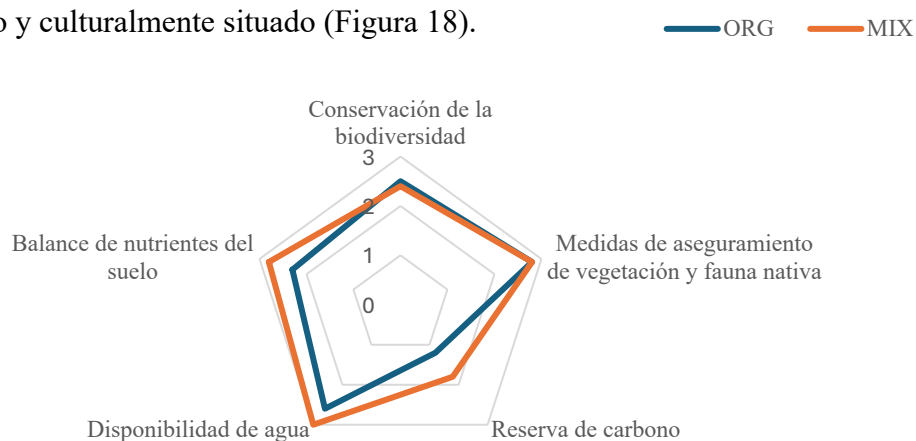


Figura 18. Resultados indicadores Principio 2 de la Bioeconomía en la producción Orgánico y Mixta.

Fuente. Fichas del SGIC de Kallari. Elaboración propia

3.1.3. Principio 3: La Bioeconomía sostenible debe apoyar el crecimiento económico competitivo e inclusivo

Para este principio se usaron criterios de ingresos económicos, el crecimiento económico inclusivo a través del empleo, condiciones de empleo junto con la igualdad de oportunidades para mujeres; aparte de los mencionados se añadió un criterio que no se encontraba en los indicadores FAO que es el criterio de la Gestión de los recursos familiares. Este principio hace uso de indicadores tanto sociales como económicos, en el caso del indicador de Ingreso económico de la FAO se usan cálculos en función de los aportes al PIB de la cadena de valor del sector primario, sin embargo para esta investigación se adaptó al ingreso económico de los productores por la venta del producto comercial principal del cacao en función de la producción por quintales anuales, así como de la producción en kilogramos de guayusa o vainilla como otros productos comerciales vendidos a Kallari y que son cultivados de forma asociada bajo el sistema chakra. El rendimiento productivo también se calculó en función de la cantidad de árboles de cacao dentro de las parcelas y el año de siembra o si se realizaron cambios de copas, ya que estos factores tienen impacto directo en la cantidad de cacao producida por los árboles.

Los indicadores de las condiciones de trabajo se centran en las formas de empleo y quienes realizan las principales actividades de producción; es importante señalar que la FAO incluye este indicador desde una perspectiva de empleado bajo relación de dependencia, así como la prohibición del trabajo infantil, sin embargo la dinámica que sustenta el trabajo bajo el sistema chakra implica que la familia entera se involucra en el manejo de la chakra, no como una forma de empleo sino de relacionamiento cultural y familiar. En el caso de la incorporación de los indicadores de Gestión de los recursos familiares implican las prácticas personales de cada productor en función de las ventas que realizan de su producción, esto implica una forma de administrar sus recursos y que tiene influencia directa en los gastos directos del sistema productivo.

A nivel comparativo se puede observar una clara diferencia entre el ingreso económico en función del ingreso monetario y el rendimiento productivo en tonelada de producción de cacao en ambos tipos de producción. Los valores en la producción Mixta y Orgánica en función del ingreso mensual por la venta del cacao se encuentran en valores de lo que corresponde a ingresos menores al salario básico. En datos específicos la

producción orgánica produjo ingresos mensuales en promedio de \$175 mientras que la producción mixta llegó a los \$230 por únicamente la venta de cacao (Figura 19).

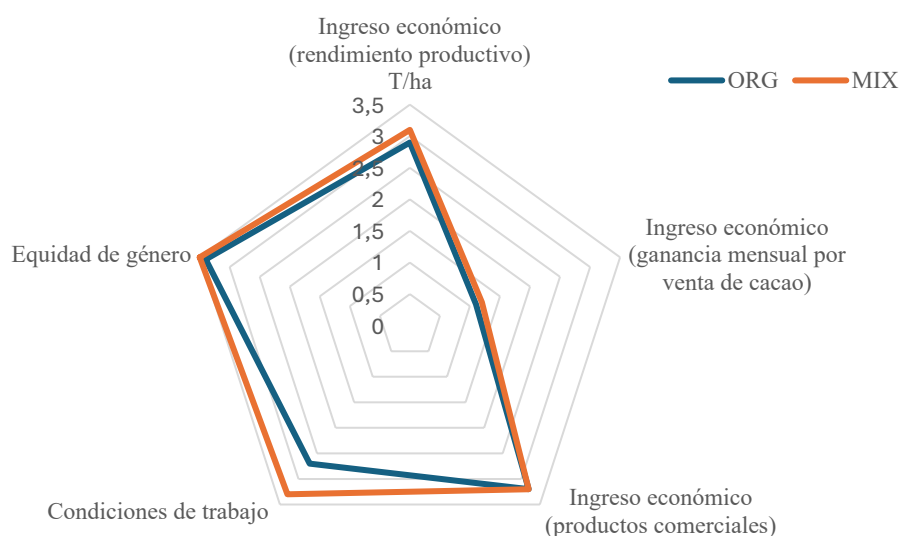


Figura 19. Resultados indicadores Principio 3 de la Bioeconomía en la producción Orgánico y Mixta

Fuente. Fichas del SGIC de Kallari. Elaboración propia

A nivel nacional según datos del Sistema Integrado de Producción Agropecuaria SIPA (2024), el rendimiento de la producción del cacao del Complejo Nacional de Cacao a nivel del país es 0,60 T/ha con un promedio de 1,9 ha de cultivo frente al 0,81 T/ha de la producción de la variedad mejorada CCN-51 con un promedio de 2.8 ha usadas para el cultivo. En esta investigación se encontró que el rendimiento fue de 0,89 para la producción orgánica en 0,96 ha de terreno y en la producción mixta de 1,1 en 1,03 ha de superficie de cultivo como se observó en la Tabla 17. Esto demuestra que el manejo dentro del sistema chakra tiene rendimientos muy superiores a nivel nacional. Además, este ligero mejoramiento del rendimiento en la producción mixta puede deberse a que un 30% de los productores mixtos optaron por usar el cambio de copa para mejora el rendimiento frente a un 14% de los productores orgánicos.

3.1.4. Principio 5: La Bioeconomía sostenible debe basarse en una mayor eficiencia en el uso de recursos y la biomasa

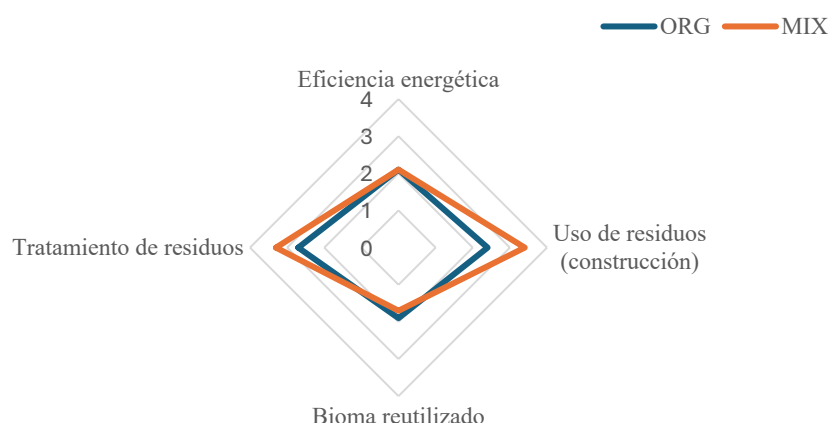
Este Principio se enfoca en las estrategias que se manejan para la producción y prioriza las prácticas que hacen más eficiente el uso de los recursos y de la biomasa. Para esta investigación se hizo uso de indicadores solamente ambientales que se encuentran en los criterios de eficiencia energética, así como también el uso y tratamiento de residuos.

Es importante mencionar que la FAO hace uso de este principio principalmente desde el enfoque de la circularidad en los procesos agrícolas y de producción en las cadenas de valor especialmente de sectores primarios, donde se enfoca en el uso de los residuos de la transformación de la biomasa para que sean entradas de otros procesos industriales. El enfoque tiene mucho énfasis en la prevención de generación de residuos, el reuso de los residuos y el tratamiento de aquellos residuos sin utilidad o peligrosos.

En el caso del sistema chakra se puede evidenciar que la eficiencia energética se enfoca en la utilización de herramientas a base de gasolina como motoguadañas o prácticas únicamente manuales para el manejo del cultivo. Posteriormente en el uso y tratamiento de residuos, el enfoque principal se sitúa en los residuos orgánicos de la producción del cacao en donde la producción orgánica tiende a utilizar ligeramente más prácticas de manejo de residuos como compost o acolchado que en la producción mixta.

¹³ Mientras que, en el tema de la reutilización de materiales, envases entre otros para transporte, embalaje y venta del cacao es relativamente mayor en la producción mixta junto con el uso de materiales biodegradables dentro de la chakra como elementos de construcción.

En la Figura 20 de manera comparativa se puede ver que aun cuando el reuso del bioma es ligeramente mayor en la producción orgánica, siguen teniendo valores bajos de sustentabilidad, con 1, 7 en la producción mixta y 1,9 en la producción orgánica. En respuesta, Kallari sugiere que esto se debe a la falta de tiempo por parte de los productores en realizar este tipo de prácticas y que, por ello, como asociación se encuentran proyectando el generar bioinsumos para poder distribuir entre los productores.



¹³ La práctica de compost implica un abono obtenido por descomposición natural de materia orgánica, en la misma línea el acolchado agrícola implica el cubrir el área alrededor del crecimiento de la planta con material orgánico como hojas o residuos para proteger al cultivo (Paredes et al. 2022, 26, 33)

Figura 20. Resultados indicadores Principio 5 de la Bioeconomía en la producción Orgánico y Mixta

Fuente. Fichas del SGIC de Kallari. Elaboración propia

3.1.5. Principio 7: La Bioeconomía sostenible debe hacer un buen uso de los conocimientos existentes, como de tecnologías sólidas y buenas prácticas y cuando corresponda promover la investigación y la innovación

En este principio se adaptaron los indicadores que se refieren al criterio de valorar el conocimiento existente y el fomento de tecnologías responsables y sólidas. Para esta investigación se usó el indicador social sobre la capacidad y flexibilidad del uso de la biomasa en que la chakra integra productos comerciales, el indicador económico relacionado con la presencia de tecnologías ambientalmente amigables y que en este caso se refieren a la implementación de cambios de copa como técnica de mejora de la producción y renovación de plantaciones antiguas o improductivas.

Así mismo, se demuestra de manera comparativa en la Figura 21, que se añadió un indicador sobre Conocimientos ancestrales, el cual se construyó en base a las preguntas del Sistema Chakra en Kallari que explora la dinámica de conexión de la identidad como nacionalidad indígena amazónica, con las prácticas culturales alrededor del manejo de la chakra, así como las relaciones familiares en la transmisión y herencia del saber ancestral de generación en generación. Es justamente en este indicador que salvo un socio en cada tipo de producción respondió no pertenecer a ninguna nacionalidad; dentro de este mismo criterio se observa que la producción mixta tiene un mejor nivel de sustentabilidad entorno a la aplicación de los saberes del manejo de la chakra y su herencia como transmisión en el entorno familiar.

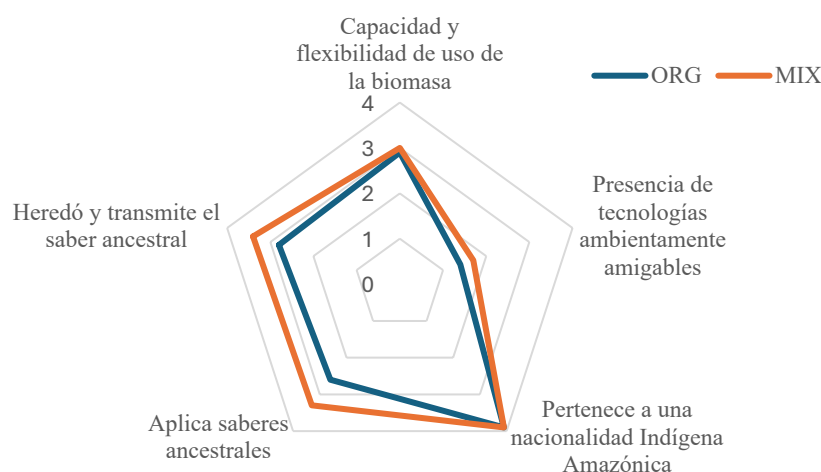


Figura 21. Resultados indicadores Principio 7 de la Bioeconomía en la producción Orgánico y Mixta

Fuente. Fichas del SGIC de Kallari. Elaboración propia

De manera general dentro de la metodología FAO, con el uso de los principios seleccionados para esta investigación, se puede decir que ambos sistemas de producción mantienen un comportamiento similar en el tema de la sustentabilidad como se indica en la Figura 22. Se observa que la producción mixta tiene mejores valores en todos los Principios, esto se podría entender en función de que las fincas orgánicas suelen tener menor número de parcelas y menos diversificadas en comparación con la producción mixta. Siendo este un factor que contribuye a una chakra más diversa y con más cultivos para el consumo del hogar, así mismo esto contribuye a que las reservas de carbono sean mayores en las fincas mixtas.

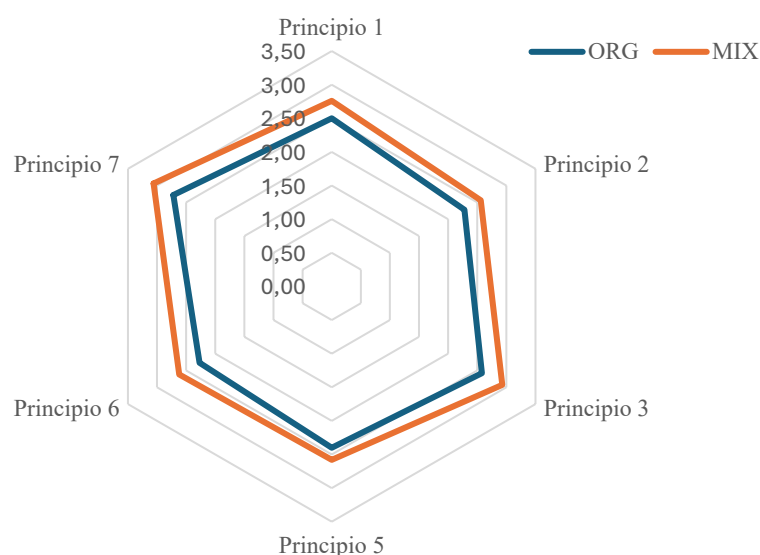


Figura 22. Resultados generales de todos los Principios de la Bioeconomía comparando los sistemas productivos orgánico y mixto

Fuente. Fichas del SGIC de Kallari. Elaboración propia

3.2 Sustentabilidad de la producción de Kallari desde indicadores de sustentabilidad bajo metodología de Sarandón

Como se explicó en el capítulo de Metodología, en esta parte se medirá la sustentabilidad de los dos tipos de producción Mixta y Orgánica adaptando la metodología de Santiago Sarandón (2009) para producciones agroecológicas donde se seleccionan indicadores agrupados en las tres dimensiones de la sustentabilidad, social, ambiental y económica. De igual forma se usa una escala de 1 a 4 para determinar el nivel de sustentabilidad donde 1 es sin sustentabilidad y 4 es una alta sustentabilidad. Es importante mencionar que los indicadores se obtuvieron tanto del Sistema Chakra como

de cálculos realizados con datos encontrados en las fichas del SGIC de Kallari. A continuación, se muestran los resultados obtenidos por cada dimensión comparando ambos tipos de producción.

3.2.1 Sustentabilidad de la producción Kallari en la Dimensión Económica

Para esta dimensión se usaron los criterios de autosuficiencia alimentaria, ingresos económicos, rentabilidad y riesgo económico. A diferencia de los indicadores de FAO donde son considerados como indicadores sociales, en esta metodología se consideran en la dimensión económica porque se considera que la sustentabilidad de la nutrición se da por la capacidad de producir el propio alimento y que de lo contrario se necesitaría un recurso económico para comprar alimento. Los ingresos económicos se consideran de los ingresos por el cultivo de cacao a nivel mensual y que se encuentra relacionado con el nivel de productividad del cacao en función de la rentabilidad. Finalmente, el riesgo económico implica que un sistema es más sustentable mientras se minimicen las pérdidas y se pueda mantener la producción para futuras generaciones.

A nivel comparativo, como se observa en la Figura 23, ambos sistemas de producción tienen valores similares en la mayoría de los indicadores económicos, sin embargo, se resaltan tres indicadores: el IN de los ingresos económicos, R1 sobre la Rentabilidad y el AA3 sobre Autosuficiencia Alimentaria. En el primero, se observa que ambos tipos de producción tienen valores por debajo del 2 para alcanzar una sustentabilidad aceptable, lo que evidencia una debilidad estructural del sistema económico familiar, pese a sus fortalezas agroecológicas. Aunque el indicador R1 sugiere que la producción orgánica tiene una mayor rentabilidad en función de la cantidad de tierra usada para la producción del cacao —dado que los productores orgánicos usan una menor cantidad de tierra (alrededor de 0,96 ha) frente a los productores mixtos (1,03 ha)—, esta eficiencia no se traduce necesariamente en ingresos globales más altos ni en mayor resiliencia económica.

Esto podría deberse a que los productores orgánicos tienden a diversificar más su producción con cultivos comerciales alternativos como guayusa o vainilla, lo cual, si bien puede generar múltiples flujos de ingresos, también reduce la escala de producción cacaotera directa. Por su parte, los productores mixtos muestran una mayor especialización en cacao (42%) frente al 35% en los orgánicos, como se detalla en la Tabla 16. Esta diferencia en enfoque productivo podría incidir directamente en la estabilidad

del ingreso, ya que depender de un solo cultivo, aunque más rentable por unidad de superficie, también puede implicar mayor vulnerabilidad ante choques de mercado o condiciones climáticas adversas.

En cuanto al indicador de Autonomía Alimentaria (AA3), la producción mixta muestra una diferencia significativa a favor, al presentar una mayor disponibilidad de alimentos variados en las parcelas, incluyendo fuentes de proteínas y carbohidratos. Esta autosuficiencia alimentaria no solo mejora la dieta familiar, sino que también se convierte en una estrategia de seguridad en momentos de escasez o baja de precios en los productos comerciales. En este punto, es importante reflexionar si los valores obtenidos por debajo de 2 en ingresos e independencia económica deben seguir siendo considerados como “sustentables” en territorios donde la agricultura familiar sostiene no solo el ingreso monetario, sino también el bienestar alimentario y cultural. Tal como lo señala Sarandón y Flores (2014), la sustentabilidad económica no puede reducirse a rentabilidad por hectárea, sino que debe considerar también la estabilidad, la resiliencia y la equidad del sistema productivo en su conjunto. En futuras evaluaciones sería recomendable complementar los indicadores económicos con medidas de bienestar, estrategias de ahorro y capacidad de adaptación familiar para capturar mejor la sustentabilidad integral.

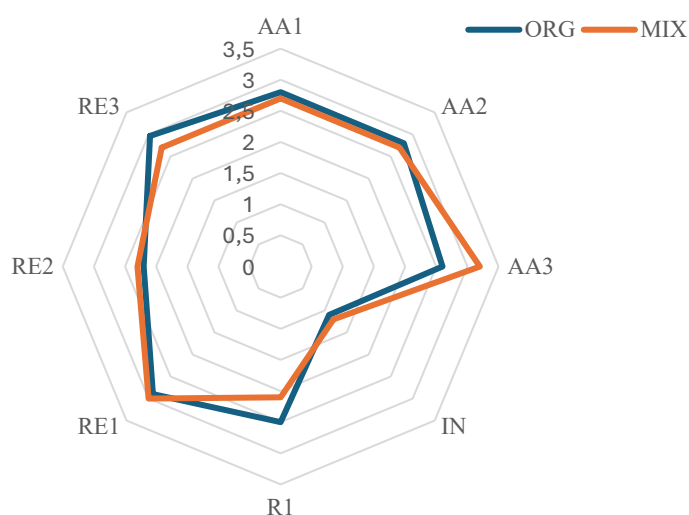


Figura 23. Resultados indicadores de la Dimensión Económica *IK* en la producción Orgánica y Mixta

Fuente. Fichas del SGIC de Kallari. Elaboración propia

3.2.2 Sustentabilidad de la producción Kallari en la Dimensión Ambiental

Para esta dimensión se usaron los criterios de conservación de la vida del suelo en función de las prácticas que mantienen o mejoran la vida en el suelo, el criterio de reserva de carbono en función de las diferentes parcelas de cultivos, bosque o descanso y el criterio de manejo de la biodiversidad en función de la cantidad de biodiversidad, así como el enfoque sobre las especies nativas o en peligro de extinción. En esta dimensión todos los indicadores corresponden al Principio 2 de la Bioeconomía de la FAO *La Bioeconomía sostenible debe garantizar que los recursos naturales se conservan, protegen e incrementa*.

Es importante mencionar que la Reserva de Carbono no se incluye de forma directa en los diferentes marcos metodológicos de análisis de sustentabilidad como el MESMIS o el usado en este estudio con la metodología de Sarandón (2009), donde no se considera la inserción directa del cálculo de carbono por biomasa agroforestal debido al riesgo de instrumentalizar este elemento y se use como una herramienta de capitalización de los recursos naturales. Así mismo, no existe una metodología estandarizada para el cálculo de carbono para la biomasa como para el suelo en el contexto de estudios de sustentabilidad debido a la complejidad que implica especialmente el estudio de carbono por los diferentes tipos de suelos.

Existen varios estudios que hacen uso de cálculos de la biomasa en sistemas agroforestales que considera la cobertura arbórea con cubierta si se tiene bosque primario o con sombra cuando el cacao se propaga a través de injertos ya que en este último caso no se pierde sombra por la pérdida de árboles viejos o improductivos que, en el caso de carbono, son aquellos que más reserva de carbono tendrían. Este punto es especialmente crítico en los sistemas productivos del cultivo de cacao ya que de forma natural un árbol mayor de 15 años pierde hasta una tercera parte de su productividad comparada con árboles jóvenes de 5 años. En los productores de Kallari tanto Mixtos como Orgánicos se encontraron árboles sembrados desde 1979, es decir que tienen edades de 46 años.

De forma comparativa entre los dos tipos de producción, como se observa en la Figura 24 los indicadores CS1, B2 y RC2 de la producción Mixta muestra valores con una marcada diferencia con la producción Orgánica. Donde el indicador CS1 sobre el balance de nutrientes en el suelo, demuestra que la producción Mixta tiene mayor uso de diferentes prácticas que permiten la reincorporación de nutrientes donde se manejan especies de leguminosas, abonos, uso de especies rastreras, manejo coberturas vivas. En el indicador B2 sobre la implementación de prácticas para recuperar especies nativas

donde igualmente la producción Mixta tiene un valor bastante superior con 3,1 comparado con el nivel mínimo alcanzado con 2 en la producción orgánica, esto estaría conectado a que el perfil de uso de suelo de los productores mixtos incluye el tener bosque primario y secundario dentro de sus fincas, lo cual contribuiría a mantener el espacio natural para especies tanto de flora y fauna vulnerables.

En el indicador RC2 sobre la Reserva de Carbono como se explicó anteriormente hay una clara diferencia entre la cantidad de carbono calculada con los datos obtenidos de las fincas mixtas donde se cuenta con mayor superficie por finca, además que esta misma superficie se divide en parcelas de diversos productos y también se incluye bosque primario y secundario, en la muestra usada para esta investigación ninguna finca orgánica contaba con bosque como parte de las parcelas.

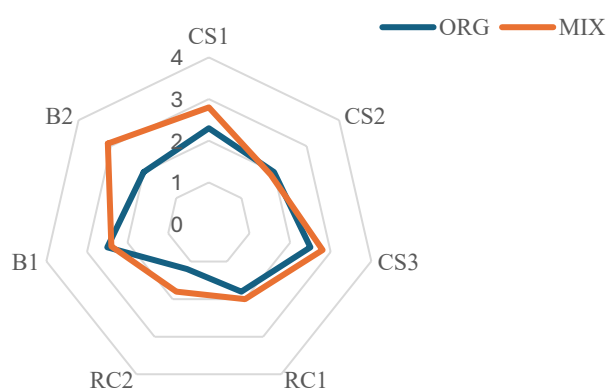


Figura 24. Resultados indicadores de la Dimensión Económica *IK* en la producción Orgánica y Mixta

Fuente. Fichas del SGIC de Kallari. Elaboración propia

3.2.3 Sustentabilidad de la producción Kallari en la Dimensión Socio-cultural

Para esta dimensión se usaron los criterios de satisfacción de las necesidades básicas, inclusión, gobernanza y participación y conciencia ecológica. De estos indicadores se resalta la inclusión de la gobernanza y la participación, criterio que no se encuentra descrito en los indicadores de la FAO; esto se entendería debido al enfoque que el análisis de la sustentabilidad se da al ser los productores integrados dentro de la cadena productiva; sin embargo, en el análisis por dimensión de la metodología de Sarandón (2009) se incluyen las dinámicas organizativas porque tienen bastante impacto en la sustentabilidad social de los productores.

La selección de estos indicadores tiene una lógica mayormente atada a las dinámicas culturales que tiene la chakra como sistema productivo como se observa en los indicadores de Inclusión donde la mujer tienen un rol de liderazgo muy importante en el

manejo de la chakra, así mismo en el criterio de conciencia cultural, la chakra amazónica se construye bajo una dinámica de identidad del pueblo kichwa y que se transmite como un saber ancestral a través de la práctica de generación en generación.

De forma comparativa se puede observar en la Figura 25, que existen diferencias entre la producción mixta y orgánica especialmente en los indicadores GP1 y CE2. El primero se refiere al perfil asociativo de los productores, donde hay una clara tendencia de que los socios jurídicos de Kallari se dedican más a la producción mixta; los socios jurídicos se consideran aquellos productores que tienen voz y voto dentro de las asambleas de la asociación, así como la posibilidad de ser elegidos como representantes de esta. A diferencia de los productores orgánicos que dentro del rango de sustentabilidad obtienen un valor de 1,6, lo cual se considera como no sustentable en este aspecto. Sobre el indicador CE2 sobre la conciencia ecológica, existe una clara diferencia en el manejo cultural de la chakra entre los productores mixtos y orgánicos, donde los primeros mantienen una práctica cotidiana de los saberes ancestrales y que son transmitidos en la familia. Esto podría también estar asociado con que el 60% de las mujeres son quienes manejan la producción mixta frente al 53% de la producción orgánica.

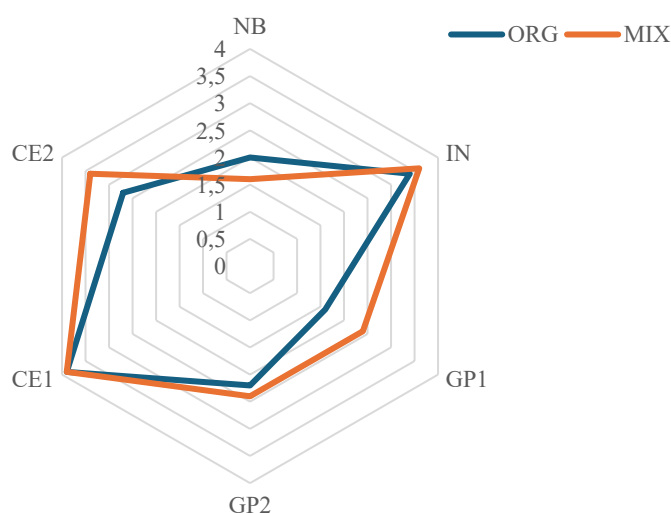


Figura 25. Resultados indicadores de la Dimensión Ambiental ISC en la producción Orgánica y Mixta

Fuente. Fichas del SGIC de Kallari. Elaboración propia

3.2.4 Análisis de la sustentabilidad total en la producción Mixta y Orgánica de Kallari

De acuerdo con la metodología usada, para poder catalogar que un sistema productivo es más o menos sustentable que otro se procede a realizar el cálculo de los índices de sustentabilidad de cada dimensión: económica, ambiental y sociocultural. Sin embargo, antes de ello se realiza un paso previo clave que consiste en la ponderación por nivel de importancia de ciertos indicadores, los cuales adquieren relevancia particular en función del sistema evaluado. En el caso de los sistemas chakra de Kallari, esta ponderación está profundamente influida por el valor simbólico y práctico que se le otorga a la biodiversidad, la cultura y la seguridad alimentaria como pilares del manejo ancestral. Por esta razón, se observa una mayor carga relativa en los indicadores de tipo ambiental y sociocultural frente a los económicos, lo que refleja una forma de valoración distinta a los modelos convencionales de rentabilidad productiva.

La metodología de Sarandón permite construir un Índice General de Sustentabilidad (ISG) a partir de la suma de los índices por dimensión, los cuales han sido calculados con fórmulas que incorporan criterios e indicadores agrupados por su importancia dentro del sistema productivo. Esta forma de agregación evidencia una lectura territorializada y contextual de la sustentabilidad, a diferencia de otras metodologías —como la FAO— que priorizan enfoques más sectoriales o cadenas de valor. Aun así, es importante destacar que cualquier índice conlleva el riesgo de simplificar una realidad compleja. Por ello, los puntajes obtenidos no deben entenderse como verdades absolutas, sino como guías comparativas útiles dentro de una lógica participativa y flexible (Tabla 18).

Tabla 18
Cálculos y ponderaciones de los Índices de las tres dimensiones de la sustentabilidad

Indicadores	Código	Fórmula
Indicadores Dimensión Económica	IK	$\frac{(((2(AS1+AS2+AS3)/3))+IN+Ren+(2(RE1+RE2+RE3)/3))}{6}$
Indicadores Dimensión Ambiental	IE	$\frac{(((2(CS1+CS2+CS3)/3)))+(RC1+RC2)/2+(BI1+2BI2)/2)}{4}$
		$(NB+TI+ 2(GE)+(2GP1+GP2)/2 + 2(CE))$

Indicadores		
Dimensión	ISC	7
Socio-cultural		
Índice de		
Sustentabilidad	ISG	IK + IE + ISC
General		3

Fuente. En base a metodología de (Sarandón et al. 2006, 23) Elaboración propia

En la Tabla 19 se observan los resultados finales del cálculo de los índices para cada dimensión y para el índice general de sustentabilidad. Ambos sistemas de producción —Orgánico y Mixto— alcanzan valores superiores a 2 en todas las dimensiones, lo que de acuerdo con la escala propuesta (donde >2 indica sustentabilidad), permite clasificarlos como sistemas sustentables. Sin embargo, se evidencian diferencias importantes: la producción Mixta alcanza un valor global ligeramente mayor (2,82) frente al 2,59 de la producción Orgánica. Esta diferencia se debe principalmente al mejor desempeño del sistema Mixto en los indicadores de las dimensiones Ambiental y Sociocultural, mientras que en lo económico ambos sistemas muestran índices similares e incluso por debajo de 2,5 en algunos criterios como ingresos netos o rentabilidad.

Esta diferencia invita a reflexionar sobre los estándares de sustentabilidad aplicados: ¿debería considerarse sustentable un sistema con baja rentabilidad pero alta autonomía alimentaria y fuerte en conservación ambiental? Desde una mirada occidental, el peso económico puede ser determinante; sin embargo, en el contexto de la chakra amazónica, la autosuficiencia, la resiliencia ecológica y el mantenimiento de saberes culturales juegan un papel más relevante, como lo sostienen autores como Altieri y Sarandón. Así, esta evaluación basada en indicadores ponderados localmente permite visibilizar fortalezas invisibilizadas por otras metodologías y posiciona al sistema chakra como una referencia clave para el diseño de políticas públicas de bioeconomía territorializadas e interculturales.

Tabla 19
Resultados de los Criterio e Índices de las tres dimensiones de la sustentabilidad

Criterios e Índices	ORGÁNICA	MIXTA
AS	2.7	2.9
IN	1.3	1.4
Ren	2.5	2.1
RE	2.7	2.6
IK	2.44	2.43
CS	2.3	2.5
RC	1.5	1.9

BI	2.25	2.75
IE	2,32	2,79
NB	2	1.6
TI	3.3	3.3
GE	3.4	3.6
GP	1.8	2.4
CE	3.1	3.5
ISC	3	3,24
<i>Índice Sustentabilidad General</i>	2,59	2,82
<i>Producción sustentable</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>

Fuente. Datos obtenidos de Kallari. Elaboración propia

4. Complementariedad y limitaciones en el uso de ambas metodologías FAO y Sarandón

La integración de las metodologías propuestas por la FAO y Sarandón en la evaluación de la sustentabilidad del sistema chakra permitió articular distintos niveles de análisis, tanto a escala territorial como a nivel de finca. La metodología FAO, basada en principios que combinan indicadores sociales, económicos y ambientales dentro de un mismo eje analítico, resultó útil para evaluar la bioeconomía como una estrategia integral de desarrollo, particularmente en la cadena de valor del cacao en el sector primario. Por otro lado, el enfoque de Sarandón se ancló en un análisis más detallado de las dimensiones por separado, permitiendo visualizar con mayor profundidad las condiciones específicas de sustentabilidad en las fincas individuales, desde una mirada agroecológica y territorializada. Esta combinación permitió contrastar cómo las políticas bioeconómicas pueden tener efectos diferenciados cuando se observan desde una perspectiva macro (como propone la FAO) frente a una micro, centrada en las prácticas locales y culturales (como propone Sarandón).

Uno de los hallazgos más significativos del análisis comparado entre ambas metodologías es que, mientras la FAO aporta una visión más holística sobre el rol de la bioeconomía en el fortalecimiento de cadenas productivas, Sarandón permite resaltar aspectos que pueden quedar invisibilizados en los marcos institucionales, como el rol de la mujer en el manejo de la chakra, la transmisión intergeneracional del conocimiento o la valoración de la biodiversidad en función del uso tradicional. Por ejemplo, la FAO valora positivamente la disponibilidad de alimentos, pero no capta con la misma precisión los factores culturales que explican esa disponibilidad, como el uso de semillas nativas o el vínculo simbólico con la tierra, elementos que sí son recuperados por la metodología de Sarandón. Además, esta última incorpora criterios como la gobernanza interna y la

conciencia ecológica, que son clave para sistemas ancestrales como la chakra, pero que no están explícitamente presentes en los principios de la FAO.

Ambas metodologías presentan fortalezas complementarias pero también limitaciones. La FAO permite comunicar resultados en un lenguaje compatible con marcos de política pública y desarrollo internacional, facilitando la articulación de proyectos de bioeconomía con agendas globales como los ODS. No obstante, su aplicación rígida a nivel de producto o cadena limita su capacidad de captar la complejidad sociocultural de sistemas agroforestales tradicionales. En cambio, la metodología de Sarandón, al enfocarse en prácticas y valores del territorio, permite una evaluación más justa y representativa para proyectos como el de Kallari. Su principal limitación radica en la dificultad de comparación y escalabilidad de sus resultados a otros territorios o niveles institucionales. En conjunto, el estudio demuestra que una adaptación metodológica que integre ambas perspectivas permite una comprensión más robusta de la sustentabilidad en contextos donde la bioeconomía no solo implica eficiencia y productividad, sino también identidad, cultura y relaciones comunitarias.

4.1 Sustento teórico de la selección de ambos marcos metodológicos FAO y Sarandón

La selección metodológica de la FAO responde a la necesidad de analizar los sistemas de producción desde un enfoque integral, alineado con los principios de sostenibilidad de la bioeconomía. La FAO propone una estructura basada en principios organizadores que permiten evaluar los impactos a lo largo de toda la cadena de valor, incluyendo aspectos de gobernanza, sostenibilidad ambiental, equidad, resiliencia e inclusión social. Esta perspectiva resulta especialmente útil para proyectos de bioeconomía que buscan compatibilizar producción con conservación. Según Wolfslehner et al. (2016), los indicadores en la bioeconomía deben servir para monitorear avances en criterios como ambiente, economía, sociedad y gobernanza, mientras que Ronzon y M'Barek (2018) destacan la necesidad de integrar la información desde los flujos de biomasa hasta los beneficios socioeconómicos. Esta lógica también es retomada por el “Libro Blanco de la Bioeconomía” en Ecuador (García, 2024), que aunque reconoce el aporte del Análisis de Ciclo de Vida (ACV), señala su limitación al enfocarse exclusivamente en impactos ambientales sin capturar la dimensión social o cultural.

Complementariamente, la propuesta de Sarandón y Flores (2014) se justifica por su énfasis territorial y agroecológico, particularmente adecuada para estudiar sistemas como la chakra kichwa, donde se entrelazan prácticas productivas, saberes ancestrales y dinámicas organizativas. Esta metodología utiliza un enfoque multicriterio que evalúa por dimensiones separadas (ambiental, social, económica y política) a nivel de finca, permitiendo identificar puntos críticos en sistemas complejos y culturalmente arraigados. Como señala Macas et al. (2020), en territorios amazónicos donde la política y la identidad cultural están ligadas a las prácticas productivas, es necesario adaptar los marcos metodológicos para incorporar estos elementos. Además, Bravo et al. (2014) desarrollaron una herramienta participativa con 25 indicadores que incluye dimensiones socioculturales, lo que refuerza la necesidad de que las metodologías capten elementos más allá de la productividad o eficiencia. Estas propuestas coinciden en que la evaluación debe ser flexible y adaptada al contexto local, especialmente en paisajes biodiversos y culturalmente diversos como el de la Asociación Kallari.

En este sentido, la integración metodológica aplicada en la tesis no solo toma lo más robusto de cada enfoque (los principios de gobernanza y cadena de valor de la FAO, y el enfoque agroecológico de Sarandón), sino que dialoga con una base bibliográfica más amplia. El trabajo de Szopik-Depczyńska et al. (2018) respalda el uso de indicadores específicos según nivel de análisis (proyecto, programa o región), mientras que Egenolf y Bringezu (2019) subrayan que la bioeconomía debe evaluarse también por sus efectos sobre la biodiversidad, algo que la chakra incorpora de forma natural. Por otro lado, Inclán Luna et al. (2018) y Alzate Cárdenas et al. (2022) advierten sobre la falta de profundización de los impactos sociales y ambientales en muchas estrategias de bioeconomía, lo cual refuerza la decisión metodológica de no depender de una sola herramienta, sino combinar enfoques. Esta elección permite analizar el sistema chakra no solo como una alternativa productiva, sino como una práctica territorial, cultural y política, coherente con los principios de una bioeconomía verdaderamente sustentable.

La necesidad de evaluar proyectos de bioeconomía con enfoques sensibles al contexto local también ha sido enfatizada por autores como Martínez-Alier (2021), quien señala que la sostenibilidad no puede desligarse de la justicia ecológica, el reconocimiento de los saberes ancestrales y la economía de los cuidados, elementos frecuentemente excluidos en marcos tecnocráticos. En este marco, la chakra se presenta no solo como un sistema productivo agroforestal, sino como una expresión viva de racionalidad ecológica y cultural. Su evaluación demanda, por tanto, metodologías que reconozcan dimensiones

simbólicas, espirituales y de reciprocidad, como las que recupera Sarandón desde la agroecología y que también se reflejan en el enfoque territorial de Bravo et al. (2014). De esta forma, el uso de metodologías híbridas en este trabajo responde no solo a un criterio técnico de evaluación, sino también a una decisión epistemológica: valorar formas no hegemónicas de producción, organización y conocimiento, en línea con los principios de una bioeconomía que no se limite al aprovechamiento de la biomasa, sino que ponga en el centro la regeneración ecológica y cultural de los territorios. Por ello, este enfoque metodológico no solo fortalece la rigurosidad del análisis, sino que amplía el horizonte de sentido de lo que se entiende por sustentabilidad, bioeconomía y desarrollo en contextos indígenas y amazónicos como el de la Asociación Kallari.

Capítulo quinto

El Sistema Chakra de la asociación Kallari más allá de la perspectiva bioeconómica

Aprovechando las visitas directas a la asociación se pudo realizar una entrevista semiestructurada hecha directamente en una visita a 8 productores de cacao que venden su producción a Kallari. La entrevista buscó comprender de manera cualitativa como la producción bajo el sistema chakra contribuye a la sustentabilidad de los territorios. A continuación, se describirán los hallazgos de las entrevistas en función de los tres principales aspectos del sistema chakra: Alimento, Biodiversidad y Cultura conectándolo con los Principios 1, 5 y 7 de la Bioeconomía, así como la relación con la participación a nivel asociativo.

1. Caracterización y ubicación de los productores visitados

Se visitó a 8 productores que están distribuidos entre productores mixtos y orgánicos y un convencional, las características sociodemográficas se resumen en la siguiente Tabla 28. Como se explicó en el capítulo de Metodología, la selección de los productores se dio en función de su ubicación cercana a la ciudad de Tena, acorde con la ruta del cacao que manejan de forma turística en la asociación Kallari. Uno de los productores es un proveedor recurrente más no socio de Kallari, pero sí de la organización Tsatsayaku y que tiene su finca certificada bajo sistema chakra y otro fue un productor convencional por mococultivo que se visitó por estar cercano a la zona y ser familiar de un socio de Kallari, ambos productores antes mencionados no pertenecen al pueblo Kichwa.

Tabla 20
Características sociodemográficas de los productores entrevistados

Productor	Tipo de producción	Género	Etnia	Edad	Ha de finca	Zona
1 LS	Orgánica	Femenino	Kichwa	31	0,25 ha	Serena Alto
2 NC	Mixta	Femenino	Kichwa	53	1 ha	Serena Alto
3 EA	Mixta	Femenino	Kichwa	72	0,25 ha	Shandia
4 FT	Mixta	Masculino	Kichwa	42	1 ha	Comunidad Mirador

5 LS	Mixta	Femenino	Kichwa	46	33 ha	Comunidad Mirador
6 MA	Mixta	Femenino	Kichwa	72	1 ha	Comunidad Mirador
7 CV	Mixta	Masculino	Mestiza	69	2 ha	Balsayaku
8 AP	Convencional	Masculino	Mestiza	48	1.2 ha	Colonia Bolivar Ahuano

Fuente. Entrevistas a productores y proveedores Kallari

Elaboración propia

2. La autosuficiencia alimentaria y la biodiversidad en la Chakra

Como se ha venido mencionando en capítulos anteriores, el sistema chakra constituye un agroecosistema ancestral que garantiza un alto grado de autosuficiencia alimentaria para las familias que lo practican. Su diseño espacial e integrado permite la producción simultánea de múltiples cultivos alimenticios, como yuca, plátano, maíz y frutas nativas, junto con especies medicinales, maderables y comerciales, y el cacao como cultivo principal. A través de la entrevista con los 7 productores bajo esquema chakra se logró detallar 125 diferentes especies de plantas que se manejan como fuente de alimento y medicina como se observa en el Figura 26. Esta variedad no solo reduce la dependencia del mercado, sino que también asegura la disponibilidad de alimentos durante todo el año, incluso en épocas críticas, fortaleciendo la resiliencia de los hogares frente a crisis económicas o climáticas.

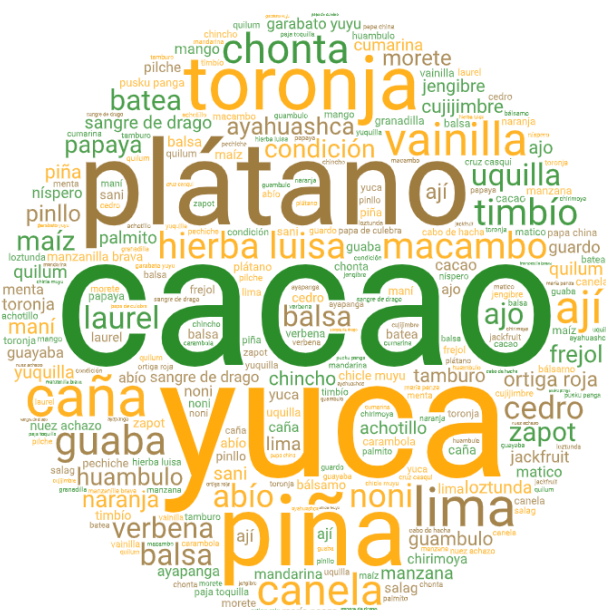


Figura 26. Especies de vegetación usados como alimento o medicina encontrados en la chakra

Fuente. Entrevistas. Elaboración propia

La lógica de producción diversificada del sistema chakra se vincula estrechamente con la gestión del tiempo y el uso del espacio agrícola. Cada parcela está organizada para cumplir múltiples funciones, donde los cultivos alimenticios conviven con especies comerciales, y los terrenos en descanso permiten la regeneración del suelo. Esta multifuncionalidad se refleja en el equilibrio entre el autoconsumo y el excedente destinado a la venta, lo que evidencia un modelo agroalimentario que privilegia la seguridad alimentaria sin sacrificar la inserción económica de las familias campesinas. La Figura 27, muestra el porcentaje de alimento que viene de la chakra directamente para el consumo de la familia, con entre el 25% al 75% de alimento proveniente de la chakra. En el caso del productor 7CV, quien es un productor mestizo quien tiene la chakra como un espacio extra de su actividad principal, la producción de alimento la distribuye entre los trabajadores y solo un 10% lo consume para sí, mientras que el productor 8 al ser bajo monocultivo, no posee ninguna especie alimenticia.

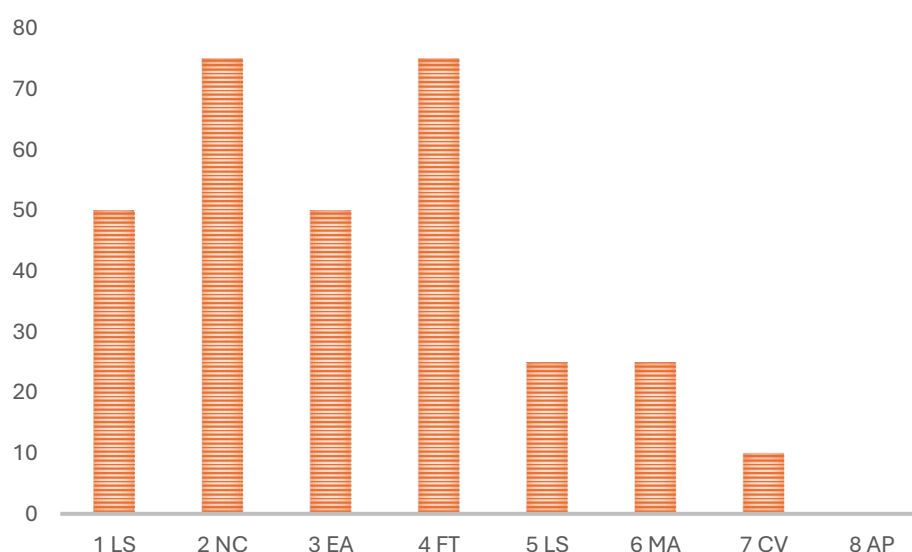


Figura 27. Porcentaje de alimentación obtenido de la chakra
Fuente. Entrevistas. Elaboración propia

Dentro del contexto de la bioeconomía como se ha ido desarrollando en esta investigación, la conexión directa con la *eficiencia sostenible* de la producción especialmente en los sectores primarios se enfoca en mantener una producción sostenida intentando mantener otras áreas estables, sin embargo, sigue siendo un reto identificar que exista una relación directa entre la producción sostenida y otras áreas de la sustentabilidad. En la Figura 28, se observa que, entre los productores entrevistados, los

productores que involucraban a más personas en el *Trabajo* directo de la chakra tenían más relación del porcentaje de *Alimento* obtenido directo de la chakra, tomando en cuenta que las personas que *trabajan* la chakra son miembros directos de la familia, esposos, padres o hijos. A diferencia del productor mixto quien, si bien contrata 6 personas para las labores de la finca, solo apenas el 10% de la producción lo lleva para alimento propio, el resto es repartido en la medida que los trabajadores se lo lleven. Igualmente la relación en que la producción por *QQ* de cacao tampoco está directamente relacionada con el trabajo invertido en la chakra ni con el consumo de alimento, el único productor con valores altos es el productor convencional ya que su único enfoque de trabajo es la producción.

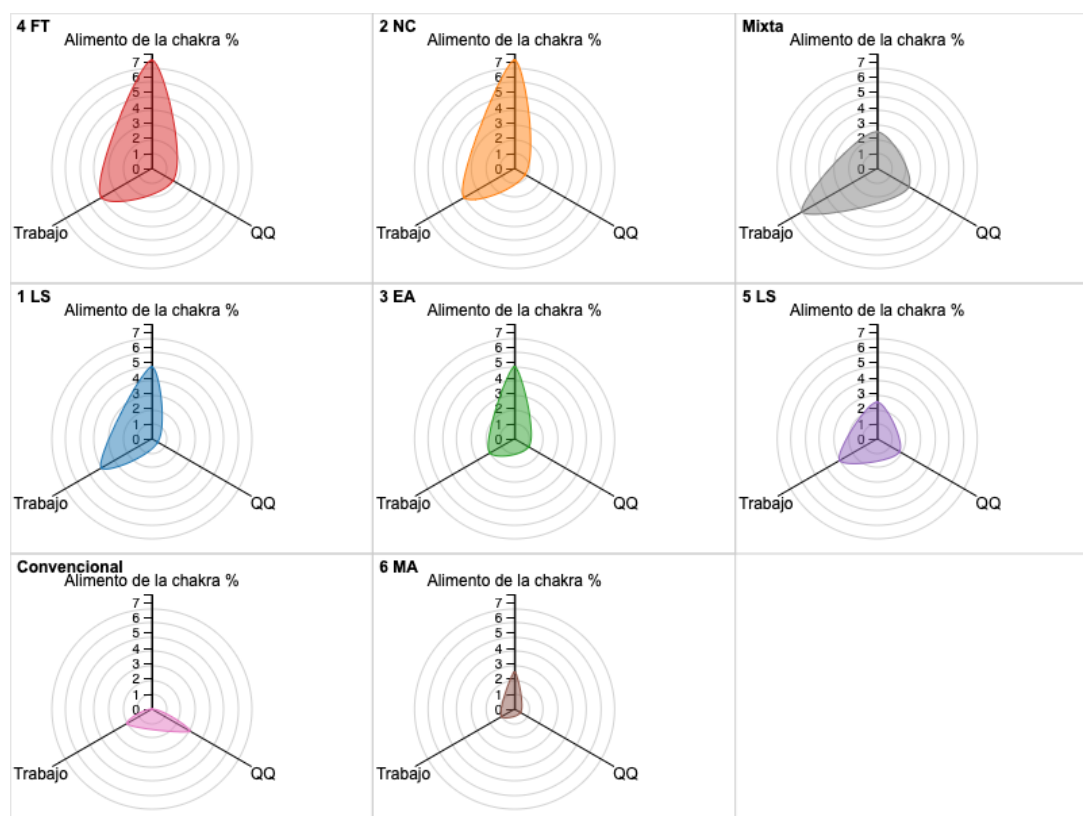


Figura 28. Relación entre la producción de cacao, el alimento obtenido de la chakra y el número de personas involucradas en el trabajo de la chakra

Fuente. Entrevistas. Elaboración propia

3. La cultura y asociatividad en el Sistema Chakra

La chakra no es solo un espacio productivo individual, sino un componente esencial de la cultura colectiva que se construye en comunidad. Su manejo requiere intercambios de conocimiento, colaboración entre los miembros de la familia y prácticas compartidas que trascienden la parcela. La transmisión intergeneracional del

conocimiento en torno a la chakra está íntimamente ligada a espacios de cooperación familiar y comunitaria, especialmente el *paju*. Este saber ancestral que ocupa un lugar central en el manejo de la chakra y que es liderado en su mayoría por la mujer, ella funge como cuidadora de semillas, transmite conocimiento a hijas guiándolas en el proceso. En las entrevistas generadas, se menciona justamente al *paju* como vínculo central de unión familiar, conexión espiritual y parte medular de la cultura kichwa (Figura 29)



Figura 29. Relaciones y roles del saber ancestral en la chakra
Fuente. Entrevistas. Elaboración propia

Siguiendo este contexto, Kallari tiene un rol central a nivel comunitario siendo la expresión organizada de los valores culturales que ya están presentes en la vida cotidiana de la cultura Kichwa. La asociatividad que fomenta Kallari da un sentido de identidad y pertenencia, fortaleciendo prácticas culturales que dan coherencia al trabajo agroforestal. Asociaciones como Kallari actúan como catalizadoras de esta transmisión, al facilitar encuentros, talleres y redes de apoyo técnico, donde el conocimiento tradicional se entrelaza con nuevas estrategias de comercialización y sostenibilidad. Estas instancias refuerzan la identidad cultural y fomentan un sentido de pertenencia que se expresa en el orgullo de producir de manera diferenciada, con base en los principios de la cultura kichwa.

Además, la asociatividad que se fomenta en Kallari permite la participación en roles de liderazgo. En la Figura 30 se muestra como los beneficios directos de pertenecer a Kallari que es la venta directa y el tener acceso a talleres para mejorar el manejo técnico de la chakra, también se conecta con los roles dentro de la gobernanza en Kallari y el orgullo que se siente al pertenecer a la organización. En este sentido, los espacios asociativos fortalecen la voz colectiva de las familias productoras y brindan un marco organizacional donde las prácticas culturales no solo se preservan, sino que se proyectan hacia nuevas generaciones. La chakra, entonces, no se entiende solo como un bien familiar, sino como parte de un proyecto colectivo de vida, anclado en la cultura y sostenido por la asociatividad.

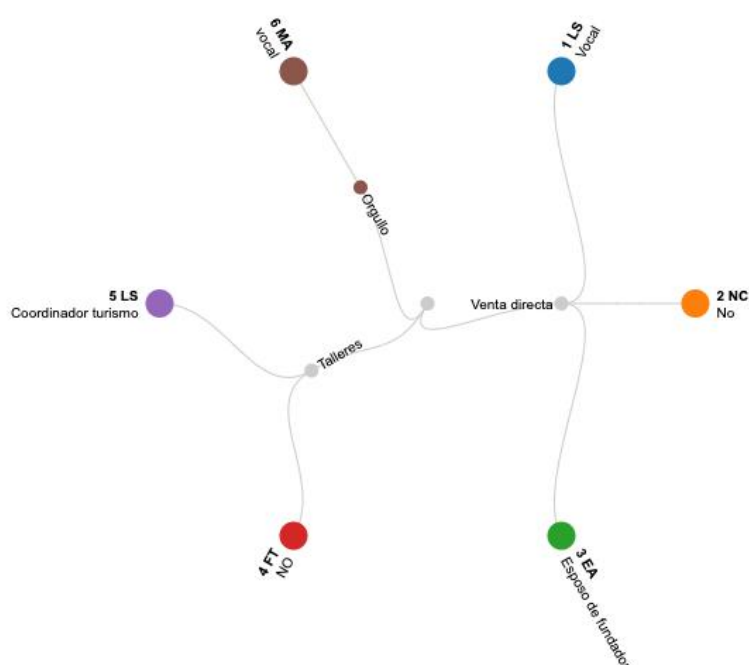


Figura 30. Dinámicas entre productores, roles de liderazgo e identidad de Kallari
Fuente. Entrevistas. Elaboración propia

3.1 La trascendencia de la chakra y el pájú en los productores de cacao de Kallari

En las visitas realizadas a los diferentes productores socios de Kallari se evidenció una diferencia en la relación con la chakra dependiendo de la ubicación y las relaciones familiares, aquellos productores más alejados de centros poblados como los productores de la comunidad El Mirador, denotaron mayor conocimiento del manejo de sus parcelas, pero conectadas con el sistema ancestral de la chakra. Así mismo aquellos productores que mantenían mayor cercanía en vivienda o relaciones con sus familiares denotan mayor

conexión con la chakra como un conocimiento ancestral que es transmitido de generación en generación. Se observa en la siguiente Tabla 29 las veces que mencionaron la palabra *paju* en la entrevista, así como ciertas características de la dinámica familiar de cada socio/proveedor.

Tabla 21
Dinámicas familiares y conexión con la transmisión del paju

Productor	Zona	Etnia	Género	Dinámicas familiares	Veces que se menciona Paju
1 LS	Serena Alto	Kichwa	Femenino	Ambos viven en otra ciudad por trabajo en florícola y regresan a poblado cada fin de semana, padres son los que cuidan la chakra y realizan cosecha de cacao.	Una
2 NC	Serena Alto	Kichwa	Femenino	Esposo trabaja en otro poblado como tecnólogo petrolero, hijos varones en colegio a veces apoyan en la cosecha del cacao pero no tanto en la chakra como tal.	Tres
3 EA	Shandia	Kichwa	Femenino	Se encuentra viudad, su esposo fue socio fundador pero de los hijos solo la hija se mantiene produciendo, nietos varones y no se les enseña el paju	Tres
4 FT	Comunidad Mirador	Kichwa	Masculino	Vive con esposa, dos hijos en un predio heredado y alrededor tiene a sus dos hermanas y su madre. Todos cultivan cacao y se ayudan para cosecha y manejo de chakra	Ocho
5 LS	Comunidad Mirador	Kichwa	Femenino	Vive con esposo, ya hijos están grandes y viven fuera.	Cuatro
6 MA	Comunidad Mirador	Kichwa	Femenino	Es viudad pero se repartió la finca entre los hijos y todos se mantienen viviendo en el mismo lugar y a veces la ayudan a la cosecha, ella misma trabaja su chakra	Doce
7 CV	Balsayaku	Mestiza	Masculino	Productor de sistema chakra que vive en la ciudad, jubilado y mantiene la producción como un gusto al que le pone mucho esfuerzo y dinero. La familia a veces no están tan de acuerdo. No viven en la misma finca de la producción	Cero
8 AP	Colonia Bolívar Ahuano	Mestiza	Masculino	Productor convencional, no produce bajo sistema chakra, trabaja únicamente con un trabajador en tiempo de cosecha, hace uso de insumos químicos.	Cero

Fuente. Entrevistas a productores y proveedores Kallari. Elaboración propia

A continuación, se colocan en forma textual testimonios de dos socios entrevistados en como internalizan el manejo de la chakra. Esto más allá de un manejo impuesto para la producción comercial aún dentro de una asociación primordialmente compuesta por socios indígenas kichwas, sino que la chakra se maneja como el centro del patrimonio cultural inmaterial de la nacionalidad kichwa amazónica. Tanto hombres como mujeres denotan el rol central de la chakra en sus vidas personales como familiares.

La comunidad Mirador se encuentra a orillas del río Arajuno y ha estado trabajando en los últimos años con apoyo de la misma asociación Kallari en temas de ecoturismo con la ruta del cacao. En este lugar se tuvo la oportunidad de entrevistar a Franklin Tapuy y Margarita Shiguango quienes han sido socios activos de Kallari, de hecho, Margarita es socia fundadora de la asociación. A continuación, se colocan fragmentos de las entrevistas realizadas a los dos socios. Franklin Tapuy tiene 46 años y es socio de Kallari desde el año 2012, él ha estado a cargo de las actividades de ecoturismo en la comunidad, de nacionalidad kichwa menciona que la chakra no es únicamente lo que se asocia al sistema bajo el cual se cultiva el cacao sino la asociación de las diferentes variedades de plantas alimenticias y medicinales pero que también conecta con sus ancestros:

Es la forma de cultivar, se mantienen las costumbres de nuestros ancestros. El paju es cuando la persona cultiva yuca o plátano y sabe cómo cultivar, transmite a otras personas. Siempre se pasa de una persona mayor que sabe a una que no sabe. Yo no he hecho el paju pero mi mamá lo hizo con mi esposa y solo se hace el paju en los productos alimenticios.¹⁴

En la misma comunidad se entrevista a Margarita Andi de 72 años de edad, quien es considerada como un referente en Kallari al ser una de las pocas mujeres socias fundadoras de la asociación desde el 2002 y que trabajó como coordinadora de cacao en algunos espacios. En un contexto productivo menciona ciertas dificultades que ha encontrado en manejar su chakra desde que su esposo falleció hace un año atrás. Sin embargo, mantiene el énfasis en como durante todos sus años de vida ha podido transmitir su conocimiento a las nuevas generaciones (Figura 31).

¹⁴ Franklin Tapuy, entrevistado por la autora, 25 de marzo de 2025



Figura 31. Productora Margarita Andi de comunidad Mirador
Fuente. Entrevistas a productores y proveedores Kallari. Elaboración propia

En la entrevista realizada menciona al paju con eje central del manejo de la chakra, recalcando su dinámica generacional y el rol de la mujer en mantener este saber ancestral dentro del pueblo kichwa:

El paju es tener buena mano, pero antes hay que preparar la semilla. En el caso de la yuca se corta en trocitos un día antes, se amontona y con unas hojas que nosotros sabemos les damos golpecitos que es para darle energía. Mientras hay que irle diciendo que esta yuca, que cargue bastante para mi familia, que nos dé bastante fruto. Cuando voy con mi hija, ella debe coger de mi mano, ya está el hueco y se siembra. Ella de sobar mi mano para que baje la energía. Los hombres también pueden aprender, ya algunos siembran. Es importante enseñar de familia en familia.¹⁵

¹⁵ Margarita Andi, entrevistada por la autora, 25 de marzo de 2025

4. Limitaciones y líneas de investigación futuras

Este estudio presenta varias limitaciones vinculadas tanto al diseño metodológico como a la disponibilidad y profundidad de la información recolectada. En primer lugar, aunque se aplicó una adaptación combinada de las metodologías de la FAO y Sarandón para evaluar la sustentabilidad desde una perspectiva de bioeconomía, la única propuesta metodológica formalmente desarrollada en el marco de la bioeconomía es la de la FAO, la cual se basa en principios técnicos centrados principalmente en las dimensiones económica, ambiental y social, sin incluir indicadores explícitos de carácter cultural o simbólico. Por su parte, la metodología de Sarandón, si bien ofrece una lectura territorial y participativa más adecuada para contextos agroecológicos, no profundiza en la dimensión política ni en aspectos de gobernanza comunitaria, limitando así la posibilidad de evaluar procesos organizativos y relaciones de poder que también forman parte de la sustentabilidad.

En segundo lugar, si bien el sistema chakra y el propio modelo asociativo de Kallari integran importantes consideraciones culturales del pueblo kichwa —como el *paju*, el rol de las mujeres y la cosmovisión territorial—, la ficha utilizada para el levantamiento de información del SGIC se enfoca principalmente en indicadores económicos y ambientales, por lo que estos elementos culturales, aunque reconocidos, no pudieron ser evaluados de manera sistemática ni comparativa entre las fincas. Además, no fue posible levantar información más profunda sobre la gobernanza interna, las formas de toma de decisiones comunitarias o las prácticas culturales colectivas, lo que limita la comprensión integral del sistema como una expresión biocultural y política.

Finalmente, otra limitación metodológica importante radica en que la evaluación se centró en la unidad productiva (la parcela o finca), lo cual dificulta integrar múltiples escalas de análisis —como la comunitaria o territorial— necesarias para capturar las dinámicas de reciprocidad, solidaridad y circulación de saberes que caracterizan al sistema chakra. Asimismo, la comparación entre los sistemas orgánico y mixto puede estar condicionada por diferencias no controladas en factores externos, como el acceso desigual a asistencia técnica, mercados diferenciados o políticas de apoyo. Estos vacíos metodológicos subrayan la necesidad de avanzar hacia modelos de evaluación interculturales y multiescalares, que incluyan de manera explícita indicadores culturales y políticos, y que permitan reflejar la complejidad de sistemas ancestrales como la chakra amazónica en contextos de bioeconomía sustentable.

A partir de los hallazgos obtenidos y del análisis crítico de las metodologías aplicadas, surge la necesidad de continuar profundizando en el estudio del sistema agroforestal chakra y su relación con los enfoques de bioeconomía sustentable. Si bien este trabajo ha aportado una base para comprender el desempeño comparativo entre los sistemas de producción orgánica y mixta dentro del contexto de la asociación Kallari, también ha evidenciado vacíos teóricos, metodológicos y prácticos que merecen ser abordados en futuras investigaciones. En este sentido, se proponen a continuación algunas líneas de investigación que podrían ampliar y complementar el conocimiento generado, contribuyendo a la formulación de políticas públicas, herramientas de evaluación más inclusivas y estrategias de fortalecimiento territorial con enfoque intercultural.

Profundizar en metodologías mixtas que integren indicadores cuantitativos y cualitativos para capturar mejor la complejidad de sistemas agroforestales con base cultural ancestral.

Explorar el impacto a largo plazo de los sistemas chakra en la economía del hogar y la seguridad alimentaria intergeneracional.

Evaluar el rol de género y la transmisión de saberes (como el paju) en la sustentabilidad del sistema, incorporando indicadores sensibles a la cultura.

Diseñar indicadores de bioeconomía contextualizados, con participación de comunidades, que incluyan variables espirituales, simbólicas y de gobernanza local.

Replicar esta metodología comparativa en otras zonas amazónicas o andinas, para validar su pertinencia y adaptabilidad en diversos sistemas productivos ancestrales.

Conclusiones

La pregunta que orientó esta investigación —¿qué indicadores de enfoque multicriterio permiten evaluar y catalogar como bioeconómico a un proyecto productivo basado en el sistema agroforestal *chakra* de la asociación Kallari?— permitió abrir una reflexión crítica sobre las herramientas necesarias para valorar sistemas productivos ancestrales desde una perspectiva de sustentabilidad y bioeconomía. A partir del proceso de adaptación metodológica, que combinó los principios organizadores de la FAO con el enfoque agroecológico y territorial de Sarandón, fue posible construir un marco de análisis sensible al contexto amazónico, permitiendo evaluar integralmente los tipos de producción orgánica y mixta. Los resultados mostraron que la *chakra*, en tanto sistema agroforestal, cumple con varios criterios fundamentales de un proyecto bioeconómico: diversidad biológica, regeneración de suelos, autosuficiencia alimentaria, sostenibilidad intergeneracional y reproducción de saberes culturales. Además, los indicadores permitieron visibilizar fortalezas específicas de la producción mixta —como la mayor reserva de carbono, la autonomía alimentaria y el vínculo con la biodiversidad— frente a la eficiencia productiva del modelo orgánico. En conjunto, se confirma que los sistemas productivos basados en la *chakra* pueden ser considerados bioeconómicos cuando se analizan desde una lógica territorial, intercultural y de sostenibilidad amplia, superando las métricas convencionales centradas únicamente en el rendimiento económico o técnico. Esta investigación contribuye así a fortalecer la base teórico-metodológica para evaluar iniciativas de bioeconomía en territorios indígenas y rurales, proponiendo marcos evaluativos más inclusivos, contextualizados y coherentes con los principios de vida de las comunidades amazónicas.

En ambas modalidades —orgánica y mixta— se identifican prácticas agroforestales que combinan diversos estratos vegetales, cultivos alimenticios, especies medicinales y árboles nativos, aunque con diferentes grados de especialización productiva. Esta visión holística se expresa claramente en elementos como el *paju*, entendido como un conocimiento transmitido como don, y en la participación activa de las mujeres en la conservación del saber y el manejo cotidiano de los cultivos. Al comparar ambos tipos de producción, se observa que la producción orgánica tiende a estar más orientada hacia la certificación y al cumplimiento de estándares de calidad comercial, lo que ha llevado a una mayor concentración en el cultivo de cacao como rubro principal.

En contraste, las fincas de producción mixta mantienen una estructura más diversificada, integrando zonas de bosque, parcelas de barbecho y una amplia gama de especies alimenticias y medicinales que conviven con los cultivos comerciales.

Ambos sistemas —orgánico y mixto— superaron el umbral de sustentabilidad (>2) en el índice general, sin embargo, los resultados detallados revelan diferencias importantes. La producción mixta obtuvo un mejor desempeño en los indicadores ambientales, como la reserva de carbono, la disponibilidad de agua y la conservación de la biodiversidad, así como en los aspectos socioculturales vinculados a los saberes ancestrales, la identidad cultural y la autonomía alimentaria. Por su parte, la producción orgánica mostró mayor eficiencia en términos de superficie utilizada y rentabilidad específica del cacao, aunque con menor diversificación productiva. Estos resultados evidencian que la sustentabilidad no puede evaluarse únicamente desde criterios económicos o técnicos, sino que debe contemplar la integralidad del sistema, especialmente en contextos indígenas como el de la Amazonía, donde la relación cultural con la tierra y la transmisión intergeneracional del conocimiento tienen un peso significativo. La metodología empleada permitió ponderar los indicadores según su relevancia en el territorio, integrando valores locales que suelen quedar fuera de modelos convencionales. Así, el análisis permitió no solo clasificar ambos sistemas como sustentables, sino también identificar fortalezas complementarias que pueden articularse como base para un modelo de producción integral, resiliente y bioeconómico, alineado con las realidades culturales, ecológicas y sociales del entorno amazónico.

El sistema *chakra*, al integrar prácticas agrícolas tradicionales, manejo diversificado de recursos naturales y una fuerte base sociocultural, se configura como un modelo de bioeconomía con enfoque territorial. La evaluación realizada en este estudio demuestra que, más allá de sus funciones productivas, la *chakra* promueve principios clave de la bioeconomía sustentable, como el uso eficiente de la biodiversidad, la producción de alimentos saludables, la regeneración ecológica y la reproducción cultural, constituyéndose así en una alternativa viable frente a modelos de desarrollo extractivistas o monoculturales. Su potencial radica en la capacidad de articular la dimensión ecológica con la sociocultural, generando sistemas de vida que no dependen exclusivamente del mercado, sino que se sostienen en redes comunitarias, prácticas agroecológicas y un conocimiento ancestral vivo. En particular, la producción mixta, al mantener áreas de bosque, barbecho y una alta diversidad de cultivos, refuerza esta visión de sostenibilidad integrada y resiliente. No obstante, los hallazgos también evidencian la necesidad de

diseñar indicadores de evaluación más sensibles a contextos indígenas y territoriales, que reconozcan el valor de elementos simbólicos, espirituales y culturales que actualmente quedan fuera de muchas métricas técnicas. En síntesis, la chakra no solo es un sistema productivo viable y ambientalmente sostenible, sino que encarna una visión alternativa de la bioeconomía desde el Sur Global, profundamente anclada en el territorio, el conocimiento colectivo y la relación armónica con la naturaleza

Recomendaciones

A partir de los hallazgos y limitaciones identificadas, se recomienda ampliar los sistemas de medición de la bioeconomía más allá de los criterios técnicos, económicos y ambientales, incorporando de forma explícita variables culturales, simbólicas y políticas que son fundamentales en sistemas productivos comunitarios como el de la chakra amazónica. La sustentabilidad real en contextos indígenas y rurales no puede entenderse únicamente en función de la rentabilidad, el rendimiento o la eficiencia productiva, sino que debe considerar la identidad cultural, los saberes ancestrales, la espiritualidad ligada al territorio, el idioma propio, las formas de gobernanza comunitaria y la transmisión intergeneracional del conocimiento.

Es necesario, por tanto, adaptar los instrumentos de evaluación de proyectos bioeconómicos a las realidades socio-territoriales, mediante enfoques participativos e interculturales que reconozcan la diversidad de cosmovisiones y sistemas de vida existentes. Tanto la metodología de la FAO, centrada en principios técnicos aplicables a cadenas de valor, como la de Sarandón, más adecuada para una mirada agroecológica territorial, presentan vacíos importantes: la primera omite por completo los indicadores culturales, y la segunda no desarrolla en profundidad la dimensión política ni los procesos de gobernanza colectiva. La experiencia de evaluación de la chakra con ambas metodologías muestra que, si bien pueden adaptarse parcialmente, aún no logran capturar con suficiencia la complejidad biocultural del sistema.

Por ello, se recomienda diseñar nuevas herramientas e indicadores integrados, que permitan reconocer el valor de proyectos productivos que incluyen dimensiones culturales, lingüísticas, espirituales y de reproducción comunitaria. Esto implica también ajustar los criterios de elegibilidad y evaluación de fondos públicos, cooperación internacional o certificaciones, de modo que no se excluyan iniciativas que, como la chakra amazónica, aportan de forma significativa a la sostenibilidad ecológica, económica y cultural, aunque no se alineen con modelos de medición tradicionales.

Finalmente, para evitar reduccionismos en la formulación de políticas públicas o proyectos de bioeconomía, se sugiere que quienes diseñan, ejecutan o evalúan estas iniciativas reciban formación en diversidad cultural, epistemologías del Sur y enfoques interculturales. Esta formación debe promover una comprensión más profunda y respetuosa del papel que cumplen sistemas como la chakra en la conservación ambiental, la autonomía alimentaria y la reproducción de los territorios amazónicos. Solo así será posible avanzar hacia una bioeconomía verdaderamente sustentable, inclusiva y coherente con los principios de justicia social y ecológica.

Lista de referencias

- Abramovay, Ricardo, Joice Ferreira, Francisco De Assis Costa, et al. 2021. "Chapter 30: Opportunities and Challenges for a Healthy Standing Forest and Flowing Rivers Bioeconomy in the Amazon". En *Amazon Assessment Report 2021*, 1ª ed., de Science Panel for the Amazon, editado por Carlos Nobre, Andrea Encalada, Elizabeth Anderson, et al. UN Sustainable Development Solutions Network (SDSN). <https://doi.org/10.55161/UGHK1968>.
- Aguilar, Rodolfo Vaz O. 2022. *The Bioeconomy in South America: Understanding Visions, Concepts and Narratives*.
- Aguilera Klink, Federico. 1996. "La economía ecológica como un sistema diferente de conocimiento". Conference paper presented en XXII Reunión de Estudios Regionales. El desarrollo de las regiones. Nuevos escenarios y perspectivas de análisis., Pamplona. *Ciudad, economía, ecología y salud*, octubre 20.
- Aguilera Klink, Federico, y Vicent Alcantara, eds. 1994. *De la Economía Ambiental a la Economía Ecológica*. CIP-Ecosocial. https://www.fuhem.es/media/ecosocial/File/Actualidad/2011/LibroEA_EE.pdf.
- Altieri, Miguel. 1999. *Agroecología, bases científicas para una agricultura sustentable*. 1era ed. Nordan-Comunidad. <https://agroeco.org/wp-content/uploads/2010/10/Libro-Agroecologia.pdf>.
- Alzate Cárdenas, Martha del Socorro, María Isabel Guerrero Molina, y Valentina Gonzales Garcés. 2022. "Bioeconomía. Una revisión y análisis sistemáticos desde la bibliometría". En-Contexto: Revista de Investigación En Administración, Contabilidad, Economía y Sociedad. *En-Contexto: Revista de Investigación en Administración, Contabilidad, Economía y Sociedad* 10 (17): 9.
- Anlló, Roberto Bisang, y Eduardo Trigo. 2018. "Bioeconomía: hacia una lógica productiva sostenible - UNESCO Digital Library". Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura,. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368795>.
- Artaraz, M. 2002. "Dimensiones de la sustentabilidad". http://campusvirtual.cua.uam.mx/pdfs/paea/18o/ss/ss_t1_c2.pdf.

- Azar, Christian, John Holmberg, y Kristian Lindgren. 1996. "Socio-Ecological Indicators for Sustainability". *Ecological Economics* 18 (2): 89–112. [https://doi.org/10.1016/0921-8009\(96\)00028-6](https://doi.org/10.1016/0921-8009(96)00028-6).
- Bergh, Jeroen van der. 2001. "Ecological economics: themes, approaches, and differences with environmental economics". *Regional Environment Change* 2: 13–23. <https://doi.org/10.1007/s101130000020>.
- Birner, Regina. 2018. "Bioeconomy Concepts". En *Bioeconomy: Shaping the Transition to a Sustainable, Biobased Economy*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-68152-8_3.
- Birner, Regina, y Carl Pray. 2018. "Bioeconomy". En *Agriculture & Food Systems to 2050*. https://www.worldscientific.com/doi/10.1142/9789813278356_0015?srsId=AffmBOoo7aZO3HS6xEXv8SU74_RzCFD28IrId5BNECzrNsViasxzd25s1.
- Blanco, Viviana, esteban Abbona, Agustin Barbera, María José Lermanó, y Santiago J. Sarando. 2023. "Evaluación de La Sustentabilidad Del Modelo Agrícola Dominante En La Provincia de Buenos Aires: Análisis de Puntos Críticos". *ResearchGate*, Congreso de Agroecología. https://www.researchgate.net/publication/390597308_Evaluacion_de_la_sustentabilidad_del_modelo_agricola_dominante_en_la_provincia_de_Buenos_Aires_analisis_de_puntos_criticos.
- Blandi, María Luz, Santiago Javier Sarandon, Claudia Cecilia Flores, y Iran Veiga. 2015. "Evaluación de la sustentabilidad de la incorporación del cultivo bajo cubierta en la horticultura platense". *Revista de la Facultad de Agronomía* 114 (2): 251--264.
- Bonauiti, Mauro. 2011. *From Bioeconomics to Degrowth: Georgescu-Roegen's "New Economics" in Eight Essays*. Routledge (Taylor & Francis Group).
- Boulescu, Roxana. 2015. "From Lotka's biophysics to Georgescu-Roegen's bioeconomics". *Ecological Economics* 120: 194–202. <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.10.016>.
- Boza, Edward, Juan Carlos Motamayor, Freddy Amores, et al. 2014. "Genetic Characterization of the Cacao Cultivar CCN 51: Its Impact and Significance on Global Cacao Improvement and Production". *Journal of th American Society for Horticultural Science* 139 (2): 219–29. <https://doi.org/10.21273/JASHS.139.2.219>.

- Bracco, S. 2019. *Indicators to Monitor and Evaluate the Sustainability of Bioeconomy: Overview and a Proposed Way Forward*. Environment and Natural Resources Management – Working Paper 77. FAO. <https://www.fao.org/documents/card/en?details=ca6048en>.
- Bracco, Stefania, Özgül Calicioglu, Alessandro Flammini, Marta Gomez San Juan, y Anne Bogdanski. 2019. “Analysis of Standards, Certifications and Labels for Bio-Based Products in the Context of Sustainable Bioeconomy”: *International Journal of Standardization Research* 17 (1): 1–22. <https://doi.org/10.4018/IJSR.2019010101>.
- Bravo-Medina, Carlos, Haideé Marín, Pablo Marrero-Labrador, et al. 2017. “Evaluación de la sustentabilidad mediante indicadores en unidades de producción de la provincia de Napo, Amazonia Ecuatoriana”. *Bioagro* 29 (1): 23–36.
- Bugge, Markus M., Teis Hansen, y Antje Klitkou. 2016. “What Is the Bioeconomy? A Review of the Literature”. *Sustainability* 8 (7): 7. <https://doi.org/10.3390/su8070691>.
- Caro-Ramírez, Edgar Ernesto. 2016. “ECONOMÍA ECOLÓGICA. PARADIGMAS DE LA ECONOMÍA”. *Persona y Bioética* 20 (2): 175–91. <https://doi.org/10.5294/pebi.2016.20.2.5>.
- CEFA. 2022. “Sello Chakra Amazónica”. <https://cefaecuador.org/wp-content/uploads/2022/05/Triptico-Sello-Chakra-Amazonica.pdf>.
- Chavarría, Hugo, Eduardo Trigo, y Adrian Rodriguez. 2019. “La bioeconomía: potenciando el desarrollo sostenible de la agricultura y los territorios rurales en ALC”. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. https://www.iica-ecuador.org/sisbio/doc_informacion/IICA_Cap4_Esp_V4.pdf.
- Cieza, Ramon Isidro, y Santiago Javier Sarandón. 2023. “Evaluación del ‘potencial agroecológico’ en sistemas de producción familiar de la Cuenca del Salado, Argentina”. *Revista Brasileira de Agroecologia* 18 (6): 6. <https://doi.org/10.33240/rba.v18i6.51121>.
- Conway, Gordon. 1987. “The properties of Agroecosystems”. *Agricultural Systems* 24: 95–117. [https://doi.org/10.1016/0308-521X\(87\)90056-4](https://doi.org/10.1016/0308-521X(87)90056-4).
- Coq-Huelva, Daniel, Angie Higuchi, Rafaela Alfalla-Luque, Ricardo Burgos-Morán, y Ruth Arias-Gutierrez. 2017. “Co-Evolution and Bio-Social Construction: The Kichwa Agroforestry Systems (Chakras) in the Ecuadorian Amazonia”. *Sustainability* 9 (1920): 19.

- Coral–Guerrero, Carmen Amelia. 2023. *KALLARI: emprender para la comunidad y la naturaleza*. 1era ed. Universidad Internacional SEK. <https://tramaediciones publica.la/reader/kallari-emprender-para-la-comunidad-y-la-naturaleza?location=2>.
- Corporación Chakra. s. f.-a. “Corporación Chakra”. <https://www.corporacionchakra.org/nuestra-historia/>.
- Corporación Chakra. s. f.-b. “SPG Sello Chakra”. <https://www.corporacionchakra.org/que-es-el-sello-chakra/>.
- Corporación de Asociaciones de la Chakra Amazónica. 2023. “La Chakra Amazónica, un sistema agroforestal tradicional gestionado por comunidades indígenas en la provincia de Napo - Ecuador”. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/c55b4bcf-d921-44da-8cdb-5e0a4cc2f92f/content>.
- Corporación Nacional de Finanzas Populares y Solidarias – CONAFIPS. 2024. “Taxonomía Bioeconomía”. <https://www.finanzaspopulares.gob.ec/taxonomia-bioeconomia/>.
- D’Adamo, Idiano, Massimo Gastaldi, Piergiuseppe Morone, et al. 2022. “Bioeconomy of Sustainability: Drivers, Opportunities and Policy Implications”. *Sustainability* 14 (1): 1. <https://doi.org/10.3390/su14010200>.
- D’Alisa, Giacomo. 2014. *Degrowth: A Vocabulary for a New Era*. 1ª ed. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203796146>.
- Egenolf, Vincent, y Stefan Bringezu. 2019. “Conceptualization of an Indicator System for Assessing the Sustainability of the Bioeconomy”. *Sustainability* 11 (2): 443. <https://doi.org/doi.org/10.3390/su11020443>.
- “Estrategia Nacional de Biodiversidad 2015-2030”. 2016. Ministerio del Ambiente del Ecuador. <https://www.undp.org/es/ecuador/publicaciones/estrategia-nacional-de-biodiversidad-2015-2030>.
- European Commission. s. f. “Bioeconomy Strategy”. Accedido 13 de mayo de 2025. https://environment.ec.europa.eu/strategy/bioeconomy-strategy_en.
- FAO. 2023. “Sistemas importantes del patrimonio agrícola mundial: se reconocen dos nuevos sitios en las regiones andina y amazónica del Ecuador”. [fao.org. https://www.fao.org/newsroom/detail/GIAHS-two-new-sites-recognized-in-ecuador-s-andes-and-amazon-regions-140223/es](https://www.fao.org/newsroom/detail/GIAHS-two-new-sites-recognized-in-ecuador-s-andes-and-amazon-regions-140223/es).

- FAO. s. f.-a. “Agricultura de conservación | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura”. Accedido 4 de junio de 2025. <https://www.fao.org/conservation-agriculture/es/>.
- FAO. s. f.-b. “Ecuador en la mira”. Accedido 2 de mayo de 2025. <https://www.fao.org/ecuador/fao-en-ecuador/ecuador-en-una-mirada/en/>.
- FAO. s. f.-c. “La chakra amazónica, un sistema agroforestal tradicional gestionado por comunidades indígenas en la provincia de Napo”. GIAHS. Accedido 3 de junio de 2025. <https://www.fao.org/giahs/around-the-world/detail/ecuador-amazonia/es>.
- Fernández, César Echezuría. 2023. “Cosmovisión kichwa, sistemas agroforestales y alternativas sustentables para la Amazonía. La experiencia del Grupo chakra en Archidona, Ecuador”. *Entorno Geográfico*, n° 25 (marzo): 25. <https://doi.org/10.25100/eg.v0i25.12613>.
- Fernández-Guarnizo, Paulina, Marco Sánchez-Castillo, y Nohemí Jumbo-Benítez. 2023. “Sustentabilidad de los sistemas agroforestales de café especial de altura en el sector sur oriental del cantón Loja.” *Bosques Latitud Cero* 13 (2): 80–90. <https://doi.org/10.54753/blc.v13i2.1887>.
- Fischer, David W. 1974. “On the Problems of Measuring Environmental Benefits and Costs”. *Social Science Information* 13 (2): 95–105. <https://doi.org/10.1177/053901847401300205>.
- Flores, C C, y S J Sarandón. 2002. *¿Racionalidad económica versus sustentabilidad ecológica? El ejemplo del costo oculto de la pérdida de fertilidad del suelo durante el proceso de Agriculturización en la Región Pampeana Argentina*.
- Fragio Gistau, Alberto. 2020. “La crisis del estilo histórico de razonamiento económico: Joseph A. Schumpeter, Nicholas Georgescu-Roegen, y Paul A. Samuelson”. *Historia y Grafía*, n° 55 (junio): 131–64. <https://doi.org/10.48102/hyg.vi55.302>.
- Franceschini, Simone, y Mario Pansera. 2015. “Beyond unsustainable eco-innovation: The role of narratives in the evolution of the lighting sector”. *Techonological Forecasting and Social Change* 92: 69–83. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.11.007>.
- Franco, Wilfredo, Alba Aguinaga, Diana Astudillo, et al. 2018. “Chakra agroecología y agricultura 4.0: la fusión necesaria para el desarrollo agrícola sostenible en la mamazonía ecuatoriana”.

- García, Juan Manuel. 2024. *Libro Blanco de la Bioeconomía Sostenible de Ecuador*. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica; Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca.
- Garnett, T, M.C Appleby, A Balmford, et al. 2013. “Sustainable Intensification in Agriculture: Premises and Policies”. *Science* 341 (6141): 33–34. <https://doi.org/10.1126/science.1234485>.
- Georgescu-Roegen, Nicholas. 1971. *The Entropy Law and the Economic Process*. 4. print. Harvard Univ. Pr.
- Georgescu-Roegen, Nicolas. 2011. *From Bioeconomics to Degrowth*. 0 ed. Editado por Mauro Bonaiuti. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203830413>.
- Georgescu-Roegen, Nicholas. 1976. “Bioeconomics : a new look at the nature of economic activity”. *The Political Economy of Food and Energy Lectures*, 105–34.
- German Bioeconomy Council. 2015. *Bioeconomy policy (Part II) – synopsis of national strategies around the World*. Berlin. https://gbs2020.net/wp-content/uploads/2021/10/Bioeconomy-Policy_Part-II.pdf.
- Giller, Ken, Jens Andersson, Marc Corbeels, et al. 2015. “Beyond conservation agriculture”. *Frontiers in Plant Science* 6 (870): 1–14. <https://doi.org/doi.org/10.3389/fpls.2015.00870>.
- Global Bioeconomy Summit*. 2018. Innovation in the Global Bioeconomy for Sustainable and Inclusive Transformation and Wellbeing. Berlin. https://gbs2020.net/wp-content/uploads/2021/10/GBS_2018_Report_web.pdf.
- Gudynas, Eduardo. 2000. “Los límites de la sustentabilidad débil y el tránsito desde el capital natural al patrimonio ecológico”. *Educación, Participación y Ambiente* 4 (11): 7–11.
- Gudynas, Eduardo. 2003. *Ecología, economía y ética del desarrollo sostenible*. 1. ed. Abya-Yala [u.a.].
- Gudynas, Eduardo. 2015. *Extractivismos: ecología, economía y política de un modo de entender el desarrollo y la naturaleza*. Primera edición. CEDIB, Centro de Documentación e Información Bolivia. https://gudynas.com/wp-content/uploads/GudynasExtractivismosEcologiaPoliticaBo15Anuncio.pdf?utm_source=chatgpt.com.
- Hartwick, J. 1977. “Intergenerational Equity and the Investing of Rents from Exhaustible Resources”. *American Economic Review* 66: 972–74.

- Heredia, Marco, Bolier Torres, Jhenny Cayambe, Nadia Ramos, Marcelo Luna, y Carlos Díaz-Ambrona. 2020. "Sustainability Assessment of Smallholder Agroforestry Indigenous Farming in the Amazon: A Case Study of Ecuadorian Kichwas". *Agronomy* 10 (1973): 25. <https://doi.org/doi.org/10.3390/agronomy10121973>.
- Heredia, Marco, Bolier Torres, Edgar Guerrero, et al. 2020. "EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE SISTEMAS PRODUCTIVOS EN LA FRANJA DE DIVERSIDAD Y VIDA: RESERVA DE BIOSFERA YASUNÍ, AMAZONÍA." *AXIOMA* 1 (22): 05–11. <https://doi.org/10.26621/XVI22.2020.06.A01.PUCESI.2550.6684>.
- Herrán, Claudia. 2012. *EL CAMINO HACIA UNA ECONOMÍA VERDE*. Friedrich Ebert Stiftung.
- Holmberg, John. 1995. *Socio-ecological Principles and Indicators for Sustainability*. 2^a ed. Institute of Physical Resource Theory,.
- Huera-Lucero, Thony, Antonio Lopez-Piñeiro, Boiler Torres, y Carlos Bravo-Medina. 2024. "Biodiversity and Carbon Sequestration in Chakra-Type Agroforestry Systems and Humid Tropical Forests of the Ecuadorian Amazon". *Forest* 15 (557): 17. <https://doi.org/doi.org/10.3390/f15030557>.
- Huijbregts, Mark, N Steinman, Pieter Elshout, et al. 2017. "ReCiPe2016: a harmonised life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level". *International Journal of Life Cycle Assess* 22 (138): 138–47.
- Imbach, Alejandro, Eric Dudley, Natalia Ortiz, y Hernando Sánchez. 1997. "Mapeo analítico, reflexivo y participativo de la sostenibilidad MARPS". UICN, Gland, CH. <http://hdl.handle.net/10625/54757>.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 2019. "Programa de Bioeconomía y Desarrollo Productivo". https://www.iica-ecuador.org/sisbio/doc_informacion/IICA-BIOECONOMIA_DOC-esp.pdf.
- Instituto Nacional de Biodiversidad INABIO. 2017. "Agenda Nacional de Investigación sobre la Biodiversidad". MAE, Senescyt e INABIO. https://www.biodiversidad.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/02/ANIB-compressed.pdf?utm_source=chatgpt.com.
- Kallari. s. f. "Kallari". Nuestras certificaciones. <https://kallari.com.ec/nuestras-certificaciones/>.

- Kapp, William. 1976. *The Open-System Character of the Economy and its Implications*. Editado por Kurt Dopfer. Economics in the Future. Palgrave. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-349-15675-7_6#citeas.
- Kay, Sonja, Rega, Gerardo Moreno, Michael den Herder, y Joao Palma. 2019. “Agroforestry Creates Carbon Sinks Whilst Enhancing the Environment in Agricultural Landscapes in Europe”. *Land Use Policy* 83: 581–93. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.02.025>.
- Kneese, Allen, Robert Ayres, y Ralph d’Arge. 1970. *Economics and the Environment A Materials Balance Approach*. 1st Edition. Routledge.
- Landerweerd, Laurens, Monique Surette, y Corry van Driel. 2011. “From petrochemistry to biotech: a European perspective on the bio-based economy”. *Interface Focus* 1: 189–95. <https://doi.org/doi:10.1098/rsfs.2010.0014>.
- Larrea, M. 2008. *El cultivo de Cacao Nacional: un bosque generoso*. “Manual de campo para la implementación de prácticas amigables con la biodiversidad en cultivos de Cacao Nacional”. Programa Nacional Biocomercio Sostenible del Ecuador (EcoCiencia / CORPEI). Quito, Ecuador. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/43804.pdf>.
- Leff, Enrique. 2004. *Racionalidad Ambiental, la reapropiación social de la naturaleza*. Primera. Siglo XXI. https://ru.iis.sociales.unam.mx/bitstream/IIS/4937/1/Racionalidad_ambiental.pdf.
- Levidow, L. 2011. *Agricultural Innovation: Sustaining What Agriculture? For What Bio-Economy?* Co-operative Research on Environmental Problems in Europe (CREPE). Open University. http://crepeweb.net/wp-content/uploads/2011/02/crepe_final_report.pdf.
- Levidow, L, K Birch, y T Papaioannou. 2012. “EU agri-innovation policy: Two contending visions of the bio-economy”. *Critical Policy Studies* 6: 40–65.
- Lewandowski, Iris, ed. 2018. *Bioeconomy, Shaping the Transition to a Sustainable Biobased Economy.pdf*. With Nicole Gaudet, Jan Lask, Boris Tchouga, Jan Maier, y Ricardo Vargas-Carpintero. Springer Open. Springer Nature. https://library.oapen.org/viewer/web/viewer.html?file=/bitstream/handle/20.500.12657/42905/2018_Book_Bioeconomy.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Lewandowski, Iris, Moritz von Cossel, Bastian Winkler, et al. 2024. “An Adapted Indicator Framework for Evaluating the Potential Contribution of Bioeconomy

- Approaches to Agricultural Systems Resilience”. *Advanced Sustainable Systems* 8 (7): 2300518. <https://doi.org/10.1002/adsu.202300518>.
- Liobikiene, Genovaite, Tomas Balezentis, Dalia Streimikiene, y Xueli Chen. 2019. “Evaluation of Bioeconomy in the Context of Strong Sustainability”. *Sustainable Development* 27 (5): 955–64. <https://doi.org/10.1002/sd.1984>.
- Liu, Qinghua, Xiao Sun, Wenbin Wu, Zhenhuan Liu, Guangji Fang, y Peng Yang. 2022. “Agroecosystem services: A review of concepts, indicators, assessment methods and future research perspectives”. *Ecological Indicators* 142 (septiembre): 109218. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109218>.
- Losch, Andreas. 2019. “The need of an ethics of planetary sustainability”. *International Journal of Astrobiology* 18 (3): 259–66. <https://doi.org/doi:10.1017/S1473550417000490>.
- Luna, Marcelo, y Luciano Barcellos-Paula. 2024. “Structured Equations to Assess the Socioeconomic and Business Factors Influencing the Financial Sustainability of Traditional Amazonian Chakra in the Ecuadorian Amazon”. *Sustainability* 16 (2480): 17. <https://doi.org/doi.org/10.3390/su16062480>.
- Macas, Julio, Jefferson Morales, Javier Chuquimarca, et al. 2020. “Sustentabilidad y manejo agroecológico mediante indicadores en un paisaje agrícola: estudio de caso a nivel de finca, Amazonía Ecuatoriana”. *Ciencia y Tecnología* 13 (1): 1. <https://doi.org/10.18779/cyt.v13i1.346>.
- Marsden, T. 2012. “Third Natures? Reconstituting Space through Place-making Strategies for Sustainability”. *International Journal of Sociology of Agriculture and Food* 19: 257–74.
- Martinez-Alier, Joan. 2004. “Los Conflictos Ecológico-Distributivos y los Indicadores de Sustentabilidad”. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* 1: 21–30.
- Martinez-Alier, Joan, y Jordi Roca Jusmet. 2015. *Economía ecológica y política ambiental*. Primera electrónica. Fondo de Cultura Económica.
- Masera, Omar, Marta Astier, y Santiago López-Ridaura. 2000. *Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales, El Marco de Evaluación MESMIS*. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada. https://www.researchgate.net/profile/Marta-Astier/publication/299870632_Sustentabilidad_y_manejo_de_recursos_naturales_El_Marco_de_evaluacion_MESMIS/links/57068f7f08aea3d280211802/Sustentabilidad_y_manejo_de_recursos_naturales_El_Marco_de_evaluacion_MESMIS

- tabilidad-y-manejo-de-recursos-naturales-El-Marco-de-evaluacion-MESMIS.pdf.
- Mayumi, Kozo. 2001. *The origins of ecological economics: the bioeconomics of Georgescu-Roegen*. Routledge (Taylor & Francis Group).
- Mayumi, Kozo. 2009. “Nicholas Georgescu-Roegen: His Bioeconomics Approach to Development and Change”. *Development and Change*.
- Médiène, S., M. Valantin-Morison, J. Sarthou, et al. 2011. “Agroecosystem management and biotic interactions: a review”. *Agronomy for Sustainable Development* 31: 491–514. <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0009-1>.
- Meyer, Rolf. 2017. “Bioeconomy Strategies: Contexts, Visions, Guiding Implementation Principles and Resulting Debates”. *Sustainability* 9 (6): 6. <https://doi.org/10.3390/su9061031>.
- Meza, Laura, y Adrián Rodríguez. 2022. “Nature-Based Solutions and the Bioeconomy: Contributing to a Sustainable and Inclusive Transformation of Agriculture and to the Post-COVID-19 Recovery”. *Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC)*, Natural Resources and Development series, n° 210.
- Migliorini, Paola, y Wezel Alexander. 2017. “Converging and diverging principles and practices of organic agriculture regulations and agroecology. A review”. *Agronomy for Sustainable Development* 37 (63): 1–18. <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0472-4>.
- Miño, Benjamín Lombeyda. 2020. “Bioeconomía: una alternativa para la conservación”. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, n° 27 (julio): 27. 2008-. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.27.2020.3984>.
- Mohammadian, Mansour. 2005. “La Bioeconomía: un nuevo paradigma socioeconómico para el siglo XXI”. *Encuentros Multidisciplinarios* 19: 1–12.
- Naciones Unidas. 1987. *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. No. 42. Asamblea General de las Naciones Unidas.
- Naciones Unidas. 1992. “Declaración de Río Sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo”. https://transparencia.castillalamancha.es/sites/transparencia.castillalamancha.es/files/documentos/pdf/20210520/08._declaracion_de_rio_sobre_el_medio_ambiente_y_el_desarrollo_1992.pdf.
- Naciones Unidas. 2018. “Global indicator framework for the Sustainable Development Goals and targets of the 2030 Agenda for Sustainable Development”.

- https://unstats.un.org/sdgs/indicators/Global%20Indicator%20Framework%20after%202022%20refinement_Eng.pdf.
- Naredo, José Manuel. 1992. “Fundamentos de la Economía Ecológica”. Conference paper presented en IV Congreso Nacional de Economía, Desarrollo y Medio Ambiente, Sevilla. diciembre.
<https://www.fuhem.es/media/ecosocial/File/Actualidad/2011/Naredo.pdf>.
- Naredo, José Manuel. 2018. “LA ECONOMÍA EN EVOLUCIÓN Y LA EVOLUCIÓN DE UN ECONOMISTA”. Fundacion Universitaria Fernando González Bernáldez. <https://fungobe.org/wp-content/uploads/2022/02/lecciones8Naredo2018.pdf>.
- Odum, Eugene. 1968. “Energy Flow in Ecosystems: A Historical Review”. *American Zoologist*.
- Organization for Economic Co-operation and Development. 2009. “The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda”.
https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2009/04/the-bioeconomy-to-2030_g1gha07e/9789264056886-en.pdf.
- Ortega Pacheco, D, A Silva, A López, R Espinel, D Inclan, y M Mendoza-Jimenez. 2018. “Hacia una bioeconomía sostenible: un enfoque desde Ecuador”. Conference paper presented en 4TO. Congreso Internacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sociedad, Quito, Ecuador.
https://www.researchgate.net/publication/326785887_Hacia_una_bioeconomia_sostenible_un_enfoque_desde_Ecuador.
- Ortiz, Stefan, y Marcela Cely-Santos. 2023. *Bioeconomía Miradas múltiples, reflexiones y retos para un país complejo*. Primera. Editado por Alexander Rincón Ruiz. Colección Diálogos con la Naturaleza.
- Paredes, N, A Monteros-Altamirano, L Lima, et al. 2022. “Manual de cultivo de cacao sostenible para la Amazonía ecuatoriana”. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Central de la Amazonía.
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5833/1/MANUAL%20DEL%20CULTIVO%20DE%20CACAO%20SOSTENIBLE%20PARA%20LA%20AMAZONIA%20ECUATORIA%20N%C2%B0125.pdf>.
- Patermann, Christian, y Alfredo Aguilar. 2018. “The Origins of the Bioeconomy in the European Union”. *New Biotechnology* 40 (enero): 20–24.
<https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.04.002>.

- Peano, Cristiana, Nadia Tecco, Egidio Dansero, Vincenzo Girgenti, y Francesco Sottile. 2015. "Evaluating the Sustainability in Complex Agri-Food Systems: The SAEMETH Framework". *Sustainability* 7 (6): 6. <https://doi.org/10.3390/su7066721>.
- Perea Mosquera, Lindy Neth, Duverney Gaviria Arias, y Ana María Barrera Rodríguez. 2021. *Bioeconomía: Análisis Bibliométrico En América Latina y El Caribe*. <https://doi.org/10.22517/9789587224955.2.1>.
- Pfau, Swinda F., Janneke E. Hagens, Ben Dankbaar, y Antoine J. M. Smits. 2014a. "Visions of Sustainability in Bioeconomy Research". *Sustainability* 6 (3): 3. <https://doi.org/10.3390/su6031222>.
- Pfau, Swinda F., Janneke E. Hagens, Ben Dankbaar, y Antoine J. M. Smits. 2014b. "Visions of Sustainability in Bioeconomy Research". *Sustainability* 6 (3): 1222–49. <https://doi.org/doi.org/10.3390/su6031222>.
- Pietzsch, Joachim, ed. 2020. *Bioeconomy for Beginners*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-60390-1>.
- Plan de Ordenamiento Territorial Napo 2023-2027. 2023. "PDOT". <https://sil.napo.gob.ec/pdot-provincial-2023-2027/>.
- Poso, C. 2020. "Climate change resilience via production that preserves biocultural heritage". International Institute for Environment and Development (IIED).
- Pretty, Jules. 2018. "Intensification for redesigned and sustainable agricultural systems". *Science* 362 (6417): eaav0294. <https://doi.org/10.1126/science.aav0294>.
- Quingaísa, E. 2007. *Estudio de caso: Denominación de origen "Cacao Arriba"*. Productos de calidad vinculada a la calidad. FAO e IICA. https://www.fao.org/fileadmin/templates/olq/documents/Santiago/Documentos/Estudios%20de%20caso/Cacao_Ecuador.pdf.
- Ramírez Hernández, B.C., F.P Becerra Guzman, C.R. Menéndez Gámiz, J.L. Quiroga Canaviri, y C.A. Zúniga González, eds. 2025. *Bioeconomía en Latinoamérica: desafíos para la sostenibilidad y el desarrollo*. Vol. 4. Universidad de Guadalajara. <https://www.riudg.udg.mx/visor/pdfjs/viewer.jsp?in=j&pdf=20.500.12104/106864/1/Bioeconom%c3%ada%20en%20Latinoam%c3%a9rica%20Volumen%201%20Enero2025.pdf>.
- Restrepo, José, Diego Angel, y Martín Prager. 2000. "Agroecología". Universidad Nacional de Colombia.

https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/Agroecologia.pdf.

- Riechman, Jorge. 2014. “Como cambiar hacia sociedades sostenibles? Reflexiones sobre biomímesis y autolimitación”. En *Un bien encaje en ls Ecosistemas*, Segunda Edición. Madrid. <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-104576/3.%20C%C3%B3mo%20cambiar%20hacia%20sociedades%20sostenibles.%20Reflexiones%20sobre%20biom%C3%ADmesis%20y%20autolimitaci%C3%B3n.%20Jorge%20Riechmann.pdf>.
- Ronzon, Tévécia, y Robert M'Barek. 2018. “Socioeconomic Indicators to Monitor the EU's Bioeconomy in Transition”. *Sustainability* 10 (6): 6. <https://doi.org/10.3390/su10061745>.
- Samaniego, Juan Manuel, y Andrea del Cisne Quezada. 2021. “La Asociatividad, Sustentabilidad y Certificaciones en la producción cafetalera en el Sur del Ecuador”. *Economía coyuntural, Revista de temas de coyuntura y perspectivas*, 6 (2): 45–60.
- Sarandon, Santiago, y Claudia Flores. 2014. “La insustentabilidad del modelo de agricultura actual”. https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/178603/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Sarandón, Santiago J., ed. 2002. “Capítulo 20. El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas”. En *Agroecología: el camino hacia una agricultura sustentable*. E.C.A. Ed. Científicas Americanas.
- Sarandón, Santiago J, y Claudia C Flores. 2009. “Evaluación de la Sustentabilidad en Agroecosistemas: una propuesta metodológica”. *Agroecología* 4: 19–28.
- Sarandón, Santiago J., María Soledad Zuluaga, Ramón Cieza, Leonardo Janjetic, y Eliana Negrete. 2006. “Evaluación de la Sustentabilidad d Sistemas Agrícolas en Fincas en Misiones, Argentina mediante el uso de Indicadores”. *Agroecología* 1: 19–28.
- Sarandón, Santiago Javier, Claudia Cecilia Flores, Agustina Gargoloff, y María Luz Blandi. 2014. “Capítulo 14. Agroecología: Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables”. En *Evaluación de la Sustentabilidad*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP). <https://doi.org/10.35537/10915/37280>.

- Schmid, O, S Padel, y L Levidow. 2012. “The Bio-Economy Concept and Knowledge Base in a Public Goods and Farmer Perspective”. *Bio-Based Applied Economics* 1: 47–63.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - Senplades. 2017. “Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una vida”. <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/11/PLAN-NACIONAL-DE-DESARROLLO-2017-2021.compressed.pdf>.
- Sepúlveda, Sergio, Hugo Chavarria Miranda, y Patricia Rojas. 2005. *Metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible de los territorios rurales (El Biograma)*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- SIPA. s. f. “Sistema de Información Pública Agropecuaria del Ecuador”. Caracterización de producción del cacao. Accedido 3 de abril de 2025. <https://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/rendimientos-de-cacao-2024-cp>.
- Smyth, A.J, y J. Dumanski. 1993. “FESLM: An international framework for evaluating sustainable land management”. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/4/t1079e/t1079e00.htm>.
- Spangenberg, J. 2002. “Towards Indicators for Institutional Sustainability: Lessons from an Analysis of Agenda 21”. *Ecological Indicators* 2 (1–2): 61–77. [https://doi.org/10.1016/S1470-160X\(02\)00050-X](https://doi.org/10.1016/S1470-160X(02)00050-X).
- Studer, Paola Mariela, Santiago Javier Sarandón, Candela Sese, et al. 2024. “Propuesta de indicadores y criterios de medición para evaluar sustentabilidad en viñedos empresariales de San Carlos, Mendoza”. *Experticia* 1 (15): 15.
- Swift, M.J, A Izac, y M.van Noordwijk. 2004. “Biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes—are we asking the right questions?” *Agriculture, Ecosystems and Environment* 104: 113–34.
- Szopik-Depczyńska, Katarzyna, Katarzyna Cheba, Iwona Bąk, Maciej Stajniak, Alberto Simboli, y Giuseppe Ioppolo. 2018. “The study of relationship in a hierarchical structure of EU sustainable development indicators”. *Ecological Indicators* 90: 120–31. <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.03.002>.
- Torres, Boiler, Ana Andrade, Francisco Enriquez, Marcelo Luna, Marco Heredia, y Carlos Bravo. 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.

<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstreams/731006f7-967c-45bb-ae19-f10ef75fbd73/download>.

- Torres, Bolier, Marcelo Luna, Christian Tipán-Torres, Patricia Ramírez, Julio Muñoz, y Antón García. 2024. “A Simplified Integrative Approach to Assessing Productive Sustainability and Livelihoods in the ‘Amazonian Chakra’ in Ecuador”. *Land* 13 (2247): 20. <https://doi.org/doi.org/10.3390/land13122247>.
- Trigo, Eduardo J, Guy Henry, Johan Sanders, et al. 2013. “Towards Bioeconomy Development in Latin America and the Caribbean”. https://agritrop.cirad.fr/567934/1/document_567934.pdf.
- Ugalde, J. H. Figueroa, E. A. Lagarda Leyva, R. Celaya Figueroa, y Editor académico Prof Dr Roberto A. Berrios Z. 2022. “Fundamentos de la sustentabilidad en la bioeconomía y su relación con las teorías administrativas”. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático* 8 (15): 1806–26.
- Velez León, Dario, y Sandra Muriel. 2023. “The need for a unified agroecosystem concept.” *Agroecology and Sustainable Food Systems* 47 (4): 621–40. <https://doi.org/doi.org/10.1080/21683565.2023.2169431>.
- Vera-Velez, Roy, Venus Arévalo, y Jorge Grijalva. 2013. “Mejoramiento de chakras, una alternativa de Sistema Integrado para la Gestión Sostenible de Bosques en comunidades nativas de la Amazonía Ecuatoriana”. Conference paper presented en Montes: Servicios y Desarrollo Rural, Vitoria-Gasteiz. junio 14.
- Vera-Velez, Roy, Hugo Cota-Sánchez, y Jorge Grijalva Olmedo. 2019. “Biodiversity, dynamics, and impact of chakras on the Ecuadorian Amazon”. *Journal of Plant Ecology* 12 (1): 34–44. <https://doi.org/10.1093/jpe/rtx060>.
- Vogt, Markus, y Christoph Weber. 2019. “Current Challenges to the Concept of Sustainability”. *Global Sustainability* 2: e4. <https://doi.org/10.1017/sus.2019.1>.
- Von Braun, Joachim, y Christine Lang. 2018. *Future Opportunities and Developments in the Bioeconomy – a Global Expert Survey*. Bioeconomy Council. https://gbs2020.net/wp-content/uploads/2021/10/Bioeconomy_Global_Expert_Survey.pdf.
- Wang, Tiantian, Zhongkang Yu, Riaz Ahmad, et al. 2022. “Transition of Bioeconomy as a Key Concept for the Agriculture and Agribusiness Development: An Extensive Review on ASEAN Countries”. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 6 (noviembre). <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.998594>.

- Wesseler, Justus, y Joachim von Braun. 2017. “Measuring the Bioeconomy: Economics and Policies”. *Annual Review of Resource Economics* 9 (Volume 9, 2017): 275–98. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100516-053701>.
- Wittwer, Raphael, Franz Bender, Kyle Hartman, et al. 2021. “Organic and Conservation Agriculture Promote Ecosystem Multifunctionality”. *Science* 7: 1–12. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abg6995>.
- Yela Dávalos, Diego Fernando. 2011. “Ontologías no naturalistas y prácticas locales de uso y manejo de territorio en la comunidad kichwa de Nina Amarun, provincia del Pastaza, Ecuador”. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales Sede Ecuador. <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/3776/1/TFLACSO-2011DFYD.pdf>.
- Zeug, Walther, Alberto Bezama, Urs Moesenfechtel, Anne Jahkel, y Daniela Thran. 2019. “Stakeholders’ Interests and Perceptions of Bioeconomy Monitoring Using a Sustainable Development Goal Framework”. *Sustainability* 11 (1511): 24. <https://doi.org/doi.org/10.3390/su11061511>.
- Zheng, Hua, Lijuan Wang, y Tong Wu. 2019. “Coordinating ecosystem service trade-offs to achieve win–win outcomes: A review of the approaches”. *Journal of Environmental Sciences* 82: 103–12. <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.jes.2019.02.030>.

Anexos

Anexo 1. Tablas extendidas de resultados por Principio Metodología FAO

Indicadores de sustentabilidad FAO para Bioeconomía y sus resultados en los productores Orgánicos y Mixtos

PRINCIPIO	CRITERIO	Indicador FAO	Código	Indicador Kallari	Chakra -	Producción ORG	Producción MIX
PRINCIPIO 1 El desarrollo sostenible de la bioeconomía debe apoyar la seguridad alimentaria y la nutrición a todos los niveles	Seguridad alimentaria y nutrición aseguradas	Disponibilidad de alimentos	DA	Ch16. La chakra produce especies tradicionales de la cultura indígena que poseen niveles aceptables de proteína, carbohidrato y vitaminas		2,6	3,2
				Ch17. La familia consume preferentemente alimentos producidos en la chakra		2,8	2,7
				Ch19. Incorpora especies de cría libre como las aves de corral como parte integral de la chakra, evitando la contaminación cruzada		2,2	3,8
				Ch13. Dispone de especies espirituales y medicinales en lugares estratégicos de la chakra y su uso es cotidiano		2,3	3,2
				Ch23. La chakra tiene una combinación de especies de uso alimenticio, espirituales, medicinales, artesanales, comerciales, maderables, energía natural (leña), entre otras.		2,8	2,7
	Promoción de una intensificación sostenible de la producción de biomasa	Prácticas agrícolas que optimicen la productividad y eficiencia del uso de insumos	PA	Ch8. Obtiene material de propagación principalmente de las chakras (árboles semilleros, camas semilleras u otros sitios tradicionales)		2,6	3,3
				Ch9. Utiliza principalmente semillas nativas en la chakra		2,7	3,3
				Ch5. Cultiva y usa especies repelentes y biocidas naturales. Aplica técnicas agroecológicas y ancestrales para prevenir y controlar plagas y enfermedades		1,9	2,9
			PR	Cálculo en función de las hectáreas usadas para producir una tonelada de cacao (ha/unidad de producción)		2,5	2,1
	Derechos adecuados sobre la tierra y otros recursos	Propiedad de la tierra y uso documenta del	UT	Cálculo en función de descripción como arrendatario, posesionario, heredero y		3,4	3,1

		derecho a usar la tierra		heredero dentro de territorio indígena		
				Posesión de escritura o no	2	2,2
				Tiempo de posesión de la tierra menor a 5 años y superior a los 15 años	3,5	2,9
			SB	Acceso a servicios básicos garantiza la calidad de consumo de alimentos y su preparación como seguridad	2	1,6
PRINCIPIO 2	Biodiversidad y conservación aseguradas	Diversidad funcional (Número y variedad de los elementos de la biodiversidad que influyen en el funcionamiento de los ecosistemas)	CB1	Cantidad de especies mencionados por el productor en parcelas, 2: 50 especies, 3: 50-80 , 4 más de 100)	2,5	2,4
La Bioeconomía sostenible debe garantizar que los recursos se conservan protegen e incrementan		Presencia de un plan o medidas para asegurar que la vegetación nativa y la fauna silvestre se mantengan, y que las especies raras, amenazadas o en peligro de extinción presentes permanente o temporalmente en la propiedad estén protegidas	CB2	Ch2. Posee áreas de conservación, Chakra y Vivienda-Bodega-Descanso, Tendal-Marquesina, claramente delimitadas.	2,8	2,8
				Ch24. Aplica prácticas para recuperar especies nativas en peligro de extinción	2	3,1
				Ch25 Caza, pesca y recolecta especies alimenticias del bosque solamente para la alimentación de la familia. Consume especies faunísticas silvestres del bosque de manera esporádica y estrictamente para alimentación familiar.	2,2	3,4
				32. Promueve la conservación de bosques remanentes, árboles, relictos y vegetación rípiara	2,3	2,7
	Mitigación del cambio climático (emisiones de carbono y otros gases de efecto invernadero)	Reserva de carbono (kg / unidad de biomasa)	CC1	Cálculo en función de la cantidad de árboles de cacao presentes así como de la reserva total de carbono en función de hectárea, tipo de cultivo y cantidad de producción en los otros productos comerciales (guayusa y vainilla)	1,2	1,8
			CC2	Ch 33 Implementa medidas y prácticas de resiliencia frente al cambio climático como: barreras vivas, cortinas rompe vientos, curvas desnivel, sistemas de drenaje, coberturas vivas, conservación de la biodiversidad, reforestación, restauración, uso de especies nativas, conservación, existencia	2,4	2

PRINCIPIO 3 La Bioeconomía sostenible debe apoyar el crecimiento económico competitivo e inclusivo			de barbecho/ realce, entre otras.			
	La calidad y la cantidad de agua se mantienen y, en la medida de lo posible, se mejoran	Disponibilidad de agua	DA	Ch31. Aplica prácticas de uso, manejo y conservación de los sistemas de agua para evitar la contaminación y afectación ante los eventos climáticos como períodos prolongados de lluvias y sequías	2,6	3
	La degradación de la tierra, el suelo, los bosques y el medio marino se previene, detiene o invierte	Balance de nutrientes del suelo	NS	Ch3. Promueve prácticas de reincorporación de nutrientes al suelo mediante: uso de los residuos de las cosechas, podas y deshierbas, el uso de especies como las leguminosas y abonos verdes.	2,4	2,3
				Ch4. Maneja especies rastreras para cobertura vivas del suelo y evitar la erosión.	2,2	3,3
	Fomento al desarrollo económico	Ingreso económico	IE1	Cálculo de ingresos por productos comerciales en base a un sueldo básico unificado	1,1	1,2
			IE2	Cálculo del rendimiento productivo en función de producción y ha. usada	2,9	3,1
				Ch27. Los productos se articulan a redes comerciales, sistemas asociativos y otras formas de comercialización directa.	3,2	3,2
	Crecimiento económico inclusivo	Condiciones de trabajo	CT	Ch20. La chakra usa principalmente mano de obra familiar	2,7	3,3
				Ch12. Involucra a los hijos/as jóvenes y otros integrantes de la familia en el manejo de la chakra, por ejemplo: asignando parcelas, tareas de labores culturales, días desintegración, etc.		
		Equidad de género	EG	Ch21. La familia aporta en la toma de decisiones para la gestión de la chakra, y especialmente la mujer es la que lidera	3,4	3,5
				Ch22. Administración y uso de los ingresos, orientados a las necesidades de bienestar familiar y de reinversión de la chakra, en función de liderazgo de la mujer		
Gestión de los recursos familiares		GF	Ch29. Registra las actividades básicas de siembra, manejo, cosecha, post cosecha y los gastos realizados.	2,2	3,3	
			Ch30. Registra las ventas y el destino de los principales productos de la chakra.			

PRINCIPIO 5 La Bioeconomía sostenible debe basarse en una mayor eficiencia en el uso de recursos y la biomasa	Se mejora la eficiencia en el uso de los recursos, la prevención de residuos y la reutilización de los mismos en toda la cadena de valor de la bioeconomía	Eficiencia energética	EE	Consumo de combustible para el cultivo y secado de biomasa	2,1	2,1
		Uso de residuos	UR1	Ch18 Las construcciones utilizan materiales y elementos biodegradables provenientes de la chakra	2,4	3,4
			UR2	Biomasa agrícola utilizada que proviene de residuos agrícolas	1,9	1,7
		Tratamiento de residuos	TR	Ch7. Utiliza envases adecuados y reutilizables de preferencia producidos en la misma chakra, para el transporte, embalaje y venta.	2,7	3,3
				Ch6. Dispone y usa adecuadamente pozo séptico u otro sistema de tratamiento.		
PRINCIPIO 7 La Bioeconomía sostenible debe hacer un buen uso de los conocimientos existentes, como de tecnologías sólidas y buenas prácticas y cuando corresponda promover la investigación y la innovación	Se valora adecuadamente el conocimiento existente y se fomentan tecnologías responsables y sólidas	Capacidad y flexibilidad de uso de la biomasa	UB	Ch26. La chakra integra productos enfocados en el mercado de "interés comercial"	2,9	3
		Presencia de tecnologías ambientalmente amigables	TA	Ch28. Implementa buenas prácticas agrícolas del cultivo, cosecha y poscosecha promovidas por la asociación que aportan a la calidad de los productos, en base a las preferencias de los clientes (cambio de copas)	1,4	1,7
			CA1	Pertenece a una Nacionalidad Indígena Amazónica, o en caso de no pertenecer a una Nacionalidad Indígena Amazónica pone en práctica el sistema Chakra	3,9	3,9
		Conocimientos ancestrales	CA2	Posee y aplica saberes ancestrales claves como: Ritos e interpretaciones de la luna, sueños, dietas, tecnologías, bebidas, señales climáticas, presencia de especies de flora y fauna, ciclos desiembr, etc.	2,6	3,3
			CA3	Heredó, aplica y transmite de manera cotidiana el saber ancestral	2,8	3,4

Fuente. Fichas del SGIC de Kallari. Elaboración propia

Nota. Las siglas Ch junto al número se usan para diferenciar las preguntas que vienen directamente del proceso de certificación Chakra con respuestas ya levantadas en rango de 1 a 4 y que se encuentran en las fichas del SGI Kallari. El color naranja se refiere a indicadores de dimensión social y el color azul a indicadores de dimensión económica que si son detallados dentro de la evaluación de la Bioeconomía de la FAO. Las valoraciones de la tabla en estas preguntas se desprenden directamente de las fichas y han sido realizadas por el sistema de gestión de Kallari.

Anexo 2 Fotos de visita a productores de cacao de Kallari