

Artículo de revisión

Advances in Agroecological Integration and Prospects for Agroecology in Cattle Systems: A literature review

Avances en la Integración Agroecológica y perspectivas de la agroecología en los Sistemas Ganaderos Bovinos: Una revisión bibliográfica

Recibido: 20/01/2024
Aceptado: 02/02/2024
Fecha de Publicación: 27/11/2024

Erika Perez ^{1,*} , Edgar Quintero ² , Edwin Rivera ³ 

¹ Fundación Universitaria de Popayán; fernandaperez0331@gmail.com.

² Fundación Universitaria de Popayán; edgar.quintero@docente.fup.edu.co

³ Fundación Universitaria de Popayán; edwinrivera1202@gmail.com

* Autor de Correspondencia: fernandaperez0331@gmail.com



Derechos de autor: © 2024

Resumen: El gremio ganadero bovino enfrenta actualmente una crisis que abarca aspectos productivos, ambientales, económicos y sociales que afectan la disponibilidad de alimentos y la salud de las personas. Esta crisis impulsa a los productores a modificar y replantear sus prácticas respecto al manejo oportuno y adecuado de los semovientes y las sinergias vinculadas al proceso productivo que promuevan la transición hacia sistemas más resilientes y sostenibles. El objetivo del presente artículo de revisión es identificar y analizar el impacto de los principios de la agroecología en: la salud animal, la reducción de insumos para la producción, optimización del funcionamiento metabólico de los sistemas agrícolas; el fortalecimiento de la resiliencia a través de la diversificación, la preservación de la biodiversidad; y las consideraciones sociales en los sistemas ganaderos bovinos. Para el desarrollo de esta investigación se emplearon bases de datos bibliográficas como Scopus, Science direct, Springer Link, Taylor & Francis y Google Scholar, arrojando variables como manejo agroecológico, diversidad, prácticas, conocimiento empírico y científico, perspectivas futuras, políticas, apoyo investigativo y participación comunitaria, entre otras. Esto enriqueció la búsqueda y el análisis de la información encontrada bajo parámetros ecológicos y productivos de la ganadería bovina.

Palabras clave: ganadería bovina, agroecología, resiliencia, biodiversidad, componente social

Abstract: The bovine livestock sector currently faces a crisis that encompasses productive, environmental, economic, and social aspects, having consequences on food availability and human health. This phenomenon compels producers to modify and rethink their practices concerning the timely and proper management of livestock and the synergies linked to the production process promoting the transition towards more resilient and sustainable systems. The objective of this review article is to identify and analyze the impact of agroecological principles around animal health, reduction of production inputs, optimization of the metabolic functioning of agricultural systems; the strengthening of resilience through diversification, preservation of biodiversity; and social considerations in bovine livestock systems. For the development of this research, bibliographic databases such as Scopus, ScienceDirect, Springer Link, Taylor & Francis, and Google Scholar were brought to service. These databases yield variables such as agroecological management, diversity, practices; empirical and scientific knowledge, future perspectives, policies; research support and community participation, among others. This enhanced the search and information analysis found under the ecological and productive parameters of bovine livestock.

Keywords: bovine livestock, agroecology, resilience, biodiversity, social component

DOI: <https://doi.org/10.57173/ritc.v1n18a1>

1. Introducción

Actualmente se ha generado una gran discusión entre los productores agrícolas y pecuarios, campesinos, empresarios e investigadores científicos respecto a la urgencia de implementar transformaciones profundas en los sistemas agrícolas y alimentarios [2]. Esto abarca sistemas a gran escala que dependen fuertemente de la adquisición de insumos externos, como producciones convencionales de bajo consumo de suministros y producciones a pequeña escala [1]. Dicho debate ha impulsado una amplia serie de acciones que se enmarcan bajo diferentes términos, tales como la agroecología, agricultura regenerativa, enfoques basados en la naturaleza, prácticas agrícolas ecológicas u orgánicas y estrategias positivas para la conservación del entorno natural [2].

Múltiples estudios sugieren que la industria agrícola necesitará aumentar los rendimientos entre un 25% y un 70% para asegurar el suministro alimentario con el aumento de la población a nivel mundial. Específicamente, se estima que el consumo de carne crecerá un 68% y el consumo de leche aumentará en un 75% entre los años 2000 y 2030 [3]. Desde esta perspectiva la ganadería bovina tiene la necesidad de modificar las prácticas agrícolas y pecuarias existentes, generando una evolución sobre la conservación de la naturaleza y un compromiso ambiental más sólido, tal transformación ha generado un mayor cuestionamiento de las prácticas agrícolas actuales [4].

Dicho de esta manera, la agroecología se posiciona como una de las posibles soluciones ante estos problemas, su enfoque multidisciplinario, relaciona diversos campos de la ciencia tales como la ecología, agronomía, ciencias animales, genética y sociología [5]. Su propósito es promover la producción sostenible creando sistemas alimentarios resilientes mediante la conservación y el aprovechamiento de la biodiversidad en los agroecosistemas [6], por medio de la aplicación de distintos principios tales como la eficiencia, el reciclaje, economía circular, intercambio de saberes, integrando conocimientos locales y tradicionales, entre otros [7], y además como una ciencia práctica y un movimiento social [8].

El propósito principal de este artículo es profundizar en la importancia de la implementación de la agroecología como ciencia multidisciplinaria dentro de los sistemas ganaderos bovinos, que busca comprender y promover cambios en los sistemas alimentarios, logrando una mayor armonía con el entorno ecológico, productivo, social y económico.

2. Materiales y métodos

La metodología empleada en este artículo de revisión, se basa del protocolo planteado índice Petersen-Lincoln o índice Lincoln, esto permitió definir los tópicos de interés y las preguntas de investigación [9].

2.1. Datos del protocolo

2.1.1. Selección de fuentes de datos: Las fuentes de información utilizadas en el estudio documental se basaron en la evidencia disponible de artículos de investigación de acceso libre y sin costo. La búsqueda fue obtenida de las siguientes bases de datos: Scopus, Science Direct, Springer Link, Taylor & Francis y Google Scholar.

2.2. Búsqueda y filtros de documentos: La Tabla 1, presenta dos ecuaciones de investigación específicas para las bases de datos antes mencionadas. Las ecuaciones se generaron en idioma español e inglés. Las funciones de búsqueda integran palabras claves del tema de interés sobre agroecología y sistemas ganaderos bovinos.

Tabla 1. Ecuaciones de búsqueda de la investigación.

ID	ECUACIONES DE BUSQUEDA
1	("Definición de agroecología" OR "Agricultura ecológica") AND ("Componentes agroecológicos" OR "Estrategias" OR "Metodologías" OR "Prácticas") AND ("Sistemas bovinos" OR "Sistemas ganaderos" "producción bovina") AND ("Dimensiones agroecológicas" OR "Principios agroecológicos")
2	("Agroecology" OR "Ecological agriculture") AND ("Strategies" OR "Methodologies" OR "Practices" OR "Impact" OR "Transition") AND ("Cattle systems" OR "Livestock systems" OR "Cattle production" OR "Agricultural systems") AND ("Agroecological dimensions" OR "Agroecological principles") AND ("Participatory research" OR "Rural diagnostics" OR "Community work" OR "Social component")

2.2.1. Fase 1. Criterios de inclusión: Como punto de partida se considera evaluar documentos escritos en idioma español e inglés, artículos, ponencias con memorias, publicados entre los años 2011 y 2023. Como criterios de inclusión específicos se proponen los siguientes:

1. Manuscritos científicos que desarrollen la temática sobre la definición e importancia de la agroecología como ciencia productiva, su implementación en los sistemas ganados bovinos, dando relevancia a los componentes ecológico, social, ambiental y económico del sistema.
2. Documentos científicos que permitan identificar estrategias o prácticas agroecológicas para optimizar la productividad de los sistemas ganaderos bovinos.
3. Documentos científicos con accesos total a su contenido.

2.2.2. Fase 2. Criterios de exclusión: Todo documento que contradiga la primicia de los criterios de inclusión, será obviado además de los que cumpla los siguientes criterios: documentos de tesis de grado, capítulo de libros y guías técnicas.

2.2.3. Fase 3. Las consultas antes mencionadas dieron como resultado 128 artículos científicos, de los cuales se excluyeron 25 en función de los criterios de exclusión. Después de filtrada la información, la indagación final fue de 103 artículos científicos, ver Tabla 2, de los cuales se realizó una lectura completa de su contenido, optimizando su información para plantear las preguntas de investigación presentadas, ver Tabla 3.

Tabla 2. Resultados de la búsqueda de documentos.

ID ecuación	Fuente	Fase 1	Fase 2	Fase 3
1	Scopus	27	7	20
	Science Direct	7	0	7
	Springer Link	6	3	3
	Taylor & Francis	26	1	25
	Google Scholar	7	0	7
2	Scopus	14	4	10
	Science Direct	16	9	8
	Springer Link	9	1	8
	Taylor & Francis	16	0	16
	Google Scholar	0	0	0
TOTAL		128	25	103

Tabla 3. Preguntas de investigación.

ID	Preguntas de investigación
1	¿Cómo se integra la agroecológica en los sistemas ganaderos bovinos?
2	¿Cuáles son las estrategias que se basan en los principios agroecológicos para maximizar la productividad y disminuir el impacto ambiental de los sistemas ganaderos bovinos?
3	¿Cuáles son los impactos socioculturales de la transición agroecológica dentro de sistemas ganaderos bovinos?

3. Resultados

En estos resultados se analiza algunas estrategias que según la literatura y lo conceptos de agroecología se pueden integrar a la ganadería bovina, con el fin de dar un paso hacia un sistema productivo sostenible.

3.1. Situación actual de los sistemas ganaderos bovinos

Los denominados sistemas de producción animal (APS), particularmente los más intensivos como es el caso de la ganadería bovina requieren una intervención exhaustiva [10], ya que ha sido categorizado como uno de los principales causantes del deterioro ambiental global, entre los efectos adversos que se generan se encuentran, la deforestación, contaminación de recursos hídricos, el alto consumo de recursos naturales, pérdida de fertilidad del suelo y la disminución de la diversidad biológica debido a las elevadas densidades de animales semovientes por hectárea generando sobrepastoreo.[11]

Este sistema a nivel mundial ocupa el 30% de extensión de tierra, el 32 % de consumo de agua potable y es responsable del 18% de las emisiones de gases de efecto invernadero, compuestas por el dióxido de carbono, metano y óxido nitroso, generados a partir de la fermentación ruminal y excreciones de los animales. [12] En investigaciones realizadas se ha evidenciado que el suministro de concentrados se relaciona con el aumento de la aparición de dichos gases y altos costos energéticos [13]. En los sistemas bovinos desde hace algunos años, se emplea cantidades significativas de plaguicidas que facilitan el crecimiento de especies forrajeras (como el glifosato), productos

insecticidas y fungicidas (como el hexaclorobenceno) utilizado para la conservación de semillas de pastos [14]. Otros insumos como antimicrobianos, antiparasitarios, antibióticos, anabólicos y micotoxinas, son residuos que están presentes en alimentos de origen animal [15]. Por consiguiente, también está vinculada a la salud pública, ya que existe una utilización excesiva de productos sintéticos como fertilizantes químicos, antibióticos y plaguicidas para el mantenimiento de los animales y la cobertura vegetal, que pueden dar lugar a la propagación de enfermedades a largo plazo en las personas [4].

Sin embargo, los sistemas ganaderos bovinos desempeñan un papel fundamental en la agricultura a nivel mundial, integrando aspectos económicos, sociales y ambientales, se destaca por su contribución a la seguridad alimentaria y nutricional de la población, aporta al sustento diario de comunidades agrícolas y a la dinamización de la economía local.[16] Ambientalmente, proporciona óptimas condiciones edafológicas por medio de la fertilización natural, rotación de cultivos, ciclos nutricionales, manejo de la vegetación y paisajes, entre otros [17]. Al implementar estrategias de manejo sostenible, el sector bóvido puede desempeñar una función esencial en la lucha contra el cambio climático, preservación de ecosistemas y sus servicios ambientales. [18]

Por tal razón es fundamental el desarrollo de la producción animal con base de principios agroecológicos, generando una interrelación entre sus componentes y fomentando la conservación de la biodiversidad como un camino para lograr la resiliencia del sistema. En este sentido, para alcanzar una transición productiva, se requieren enfoques interdisciplinarios y una visión estratégica a largo plazo integrando conocimientos y experiencias científicas y tradicionales [19].

3.2. *Conceptualización y enfoque de la agroecología según diversos autores*

Según Gliessman [20] y Altieri [21], definen a la agroecología como la aplicación de diversos principios de la ecología en la planificación y dirección de los agroecosistemas sostenibles, generando una resiliencia al armonizar la agricultura, producción animal, silvicultura, ciencias del suelo y otros componentes como los socioeconómicos y culturales, que favorecen las sinergias dentro de los sistemas diversificados y puedan fortalecer las condiciones propias para la optimización de la productividad desde una perspectiva holística, promoviendo una agricultura sostenible, equitativa y resiliente.

La teoría de Nicholls [22], plantea que un proceso agroecológico, no solo implica la unificación de bases ecológicas en los sistemas agrícolas, sino también en sustituir los insumos químicos por procesos que integren los ciclos naturales, biológicos y biogeoquímicos para mitigar los efectos negativos sobre el medio ambiente. Guzmán [23], y Silici [24], argumentaron que la agroecología es una vía favorable, hacia la transformación agrícola, la cual puede ser apoyada por el asesoramiento, investigación, educación y políticas públicas, lo que conducido a la homogeneización de los métodos de

producción, tal es el caso de las nuevas prácticas en la rotación de cultivos y, en consecuencia, en la especialización de los sistemas de producción.

Por otra parte, Hazard y Cayre et al. [25] [26], sustentaron que la transición agroecología debe ser integral, realizando modificaciones técnicas dentro del sistema y conjuntamente, crear un cambio en los valores y mentalidad de los agricultores. Este enfoque busca promover una justicia social y productiva. Wezel et al. [27], adujo que la agroecología se conceptualiza como una ciencia, practica y movimiento, ya que agrupa procesos interdisciplinarios encaminados a prácticas de producción sostenible de alimentos, preservación de los recursos naturales, fomento de la biodiversidad y fortalecimiento de la capacidad de adaptación de los sistemas agrícolas ante perturbaciones ambientales y socioeconómicas.

En síntesis, la agroecología como ciencia ha experimentado un aumento notable en su implementación y reconocimiento en diferentes áreas del conocimiento, que se enmarcan desde el ámbito académico, político y social [28]. De esta manera se hace indispensable proponer una transición agroecológica en los sistemas ganaderos bovinos modificando las prácticas productivas existentes e incorporando los servicios ecosistémicos en diversos niveles, conectando el campo, la granja y el paisaje, por medio del intercambio de conocimientos, con el propósito de impulsar la adopción y expansión de los enfoques agroecológicos [29],[5].

Experiencias e investigaciones en países como Colombia, Cuba y Haití [5] demuestran la importancia de las practicas agroecológicas en la ganadería tropical, pues representan una oportunidad para alcanzar la sostenibilidad en la producción animal, no solo generando impactos ambientales, sociales y económicos positivos sino también brindan un bienestar en las comunidades locales y potencian la biodiversidad dentro del sistema.

3.3. Explorando la Integración Agroecológica en los Sistemas Ganaderos Bovinos

Actualmente se presenta una gran preocupación respecto a la sostenibilidad en algunas técnicas de producción y consumo de ganado, no obstante, el planteamiento de Ruselle, et al., refiere que la ganadería bovina hace parte de la integración de los sistemas agroalimentarios sostenibles, actuando como reservorio de nutrientes que son aprovechados para el funcionamiento del agroecosistema [30].

Dumont, et al. [31], plantearon cinco principios para implementar del concepto de la agroecológica en los sistemas de producción animal bovina, los cuales se integran de una manera holística, esta metodología consiste en el diagnóstico de las producciones bovinas y prácticas de los agricultores, fundamentándose en los siguientes principios y técnicas:

3.4. Mejoramiento de la salud animal

El desarrollo de prácticas de gestión integrada para promover la salud animal de los semovientes, se basa en la utilización de métodos preventivos y naturales, eliminando completa o parcialmente el uso de medicamentos. [32]

Este principio también aboga por la selección de animales (razas, cruces, individuos) con un alto porcentaje de adaptabilidad al entorno del sistema de producción. De igual manera se debe llevar a cabo prácticas que fortalezcan el sistema inmunológico de los bovinos y conjuntamente se reduzca de manera natural la susceptibilidad a organismos patógenos dentro del ambiente de cría [33].

De acuerdo a los resultados encontrados en la revisión de literatura, la agroecología y el bienestar animal están directamente relacionados, ya que ambas se encuentran dentro de la sostenibilidad en los sistemas productivos. Es por esta razón, que se hace indispensable la puesta en marcha de diversas prácticas encaminadas al bienestar animal, se basan en otorgarle un estado físico y emocional a los animales durante su ciclo de vida [34] [35]. Los semovientes deben contar con una buena salud, sentirse cómodos, recibir alimentación y no experimentar condiciones negativas como dolor, miedo o angustia. Para lograr el éxito de la productividad en la industria ganadera bovina se deben llevar a cabo ajustes relevantes en la optimización del bienestar animal y cumplir con las expectativas de los consumidores [36].

Dentro del contexto de la salud bovina, también intervienen procesos de genética animal, siendo una alternativa eficaz dentro del marco de la agroecología, puesto que interviene en las medidas prevención de enfermedades y busca tratamientos alternativos [31], en este caso se discute la vinculación de indicadores de resistencia en los programas de selección genética, con el fin de fortalecer la capacidad de los animales en combatir afectaciones infecciosas [33].

La hipótesis radica en la relación entre la aparición de enfermedades y la gestión del manejo del ganado, particularmente en aspectos como las condiciones del alojamiento, la alimentación, la higiene y la eficiencia productiva de los semovientes bovinos [37]. Este concepto se apoya en la implementación de los principios de la ecología evolutiva y genética de las poblaciones para conocer las interacciones entre los individuos y sus patógenos, existen diferentes factores que se vinculan a estos principios como lo son, el tamaño y configuración genética animal, los sistemas de aislamiento de bovinos enfermos, los métodos para la identificación temprana de trastornos en la salud, de esta manera reducir el uso de medicamentos químicos e implementar una gestión más exhaustiva respecto a las indicaciones terapéuticas, [33] tiempo del tratamiento, vía de administración y la dosis de antibióticos o antihelmínticos evitando la adaptación y resistencia de los agentes infecciosos. [38]

3.5. Reducción de Insumos para la Producción Animal y Optimización del Funcionamiento de los Sistemas Agrícolas

En este principio se analiza las alternativas agroecológicas que reduzcan la dependencia de la alimentación a base de concentrados, incrementando la eficiencia en la nutrición animal y la utilización de los servicios proporcionados por los pastizales [39]. La optimización de dichas prácticas se establece en el conocimiento de la composición de los forrajes, el estado fenológico de las especies en el pastoreo y cosecha, técnicas de recolección y

métodos de conservación, permitiendo la conversión en la ingesta de energía, nitrógeno y minerales [11].

Otra estrategia en la reducción de insumos, es la libre circulación de nutrientes en el ambiente productivo, tales como el manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE) con énfasis en estrategias biológicas para su control, el aprovechamiento del estiércol y compostaje para la fertilización continua del suelo, la utilización del material vegetal residual como alimentación alternativa, la agroforestería, producción extensiva de pastizales, métodos de labranza de conservación, praderas permanentes, pastoreo mixto entre diferentes razas de ganado [40], mejoramiento genético mediante la cría o la inseminación artificial, agricultura en franjas, el cultivo y conservación de semillas, policultivos con combinaciones de granos y leguminosas denominados bancos mixtos de forraje, etc., lo que favorece a la salud animal, mitigando el estrés por calor en los animales, las deficiencias nutricionales y la provisión de follaje en las temporadas de escasez de alimento [18]. Lo anterior genera viabilidad económica y preservación de la biodiversidad en la ganadería bovina al disminuir los gastos y efectos ecológicos vinculados con la producción [41] [42].

Respecto al mejoramiento de la eficiencia de los sistemas ganaderos bovinos para la reducción de la contaminación del aire, agua y suelo, se aplican estrategias de la ganadería regenerativa y principios de la economía circular, estas disciplinas comparten un funcionamiento directo con la agroecología, pues posibilitan la conservación y regeneración de los recursos naturales y minimizan los impactos negativos en el ambiente, se lleva a cabo a través de la circulación de materiales y energía, maximizando el reciclaje y recuperando los recursos [43]. Dentro de los principios agroecológicos, se encuentran la eliminación residuos y contaminación que se efectúa por medio de programas de fertilización orgánica en los cultivos, uso del estiércol bovino para la generación de biogás y electricidad, la construcción de biodigestores para el procesamiento de los desechos orgánicos y el aprovechamiento de aguas residuales tratadas para la siembra de especies vegetales [32].

Por otra parte, en las producciones lecheras bóvidas, se acrecienta la eutrofización y acidificación causada por la acumulación de nitratos y amoníaco, esto es resultado de una deficiente gestión de los flujos de nitrógeno (N) a nivel de las explotaciones, para reducir el impacto del N por medio de excreciones urinarias y fecales de los animales, es importante planificar el aumento de retención de este elemento en el organismo, lo cual requiere estudiar los factores nutricionales y biológicos que afecta la eficacia de dicho componente químico [11].

Martineau et al. [44], plantearon que el suministro adecuado de nitrógeno en la dieta de los bovinos, particularmente con un 14% de proteína bruta y un equilibrio en la cantidad de carbohidratos en su nutrición, favorece al funcionamiento eficaz del rumen, lo que induce a la reducción de las pérdidas de nitrógeno a través de la orina y heces. Otra importante alternativa utilizada en Francia, es el uso de la planta forrajera *Onobrychis viciifolia* "Esparceta" en la dieta alimenticia de los bovinos, ya que esta especie aporta altos contenidos de taninos condensados; lo que permite la disminución de la

contaminación ambiental por nitratos, sin afectar la retención de nitrógeno en el organismo animal [45].

3.6. *Fortalecimiento de la Resiliencia a través de la Diversificación y Preservación de biodiversidad en los Sistemas Bovinos*

La resiliencia de las explotaciones ganaderas bovinas se fundamenta en el establecimiento de sistemas agropecuarios mixtos que involucran variedad de especies animales lo que permite obtener beneficios productivos y ambientales mediante el estímulo de asociaciones simbióticas dentro de los agroecosistemas [46]. Conjuntamente, se denota el aprovechamiento de la variabilidad de organismos animales y vegetales y su capacidad de adaptación dentro de las producciones [11], de esta manera la diversidad genética propicia el empleo de prácticas ecológicas, tales como los policultivos o cultivos intercalados de especies anuales o sistemas agroforestales, además proporciona un valor indirecto al priorizar la conservación de ciertas variedades para su uso futuro con combinaciones de plantaciones y tiempos de siembra [10]. Estos componentes son favorables para alcanzar la sostenibilidad y promover procesos agroecológicos.

Las prácticas agrícolas como la fertilización, el pastoreo, cosecha y labranza de las pasturas causan afectaciones en el hábitat, abundancia, diversidad y actividad metabólica de los microorganismos, plantas, insectos y aves. Simultáneamente, acciones como el pisoteo de los bovinos en los pastizales y la utilización de medicamentos como la ivermectina crea afectaciones en individuos como los ácaros descomponedores, artrópodos como Collembola, nematodos [47], insectos coprófagos como los coleópteros peloteros, lombrices de tierra, biomasa microbiana entre otros [48]. Dicha fauna y microfauna del suelo, aportan grandes beneficios como la descomposición de la materia orgánica, la liberación de nutrientes del suelo, el desarrollo de las especies vegetales y algunos de ellos disminuyen la infestación por parásitos gastrointestinales [49]. Por tal razón, la labranza de conservación y la fertilización orgánica, son estrategias que favorecen la supervivencia de los organismos del suelo [50], [51]. Otro procedimiento es el suministro de productos antihelmínticos alternativos a los animales, este no representa ninguna amenaza para las comunidades vivientes en la superficie edáfica, cuando se emplean de acuerdo a las recomendaciones establecidas [52].

La presencia de mosaicos de pastos bajos y altos brindan albergue e importantes reservas alimentarias para diferentes especies de artrópodos dentro de los pastizales, por tal motivo es indispensable implementar un manejo óptimo en la cosecha de pasturas, puesto que la presencia de arácnidos y coleópteros depredadores de la familia Carabidae, cumplen una función específica como controladores de las plagas de invertebrados dentro de los agroecosistemas agrícolas [53]. Otra alternativa adicional, es proporcionar la anidación y descanso de aves rapaces para el control de roedores dentro de la producción agropecuaria. Además, es crucial la creación de áreas densas de vegetación para el aumento de la diversidad y presencia de depredadores, con el propósito de mantener un equilibrio en el ecosistema agrícola y disminuir la utilización de prácticas químicas o físicas para el control de plagas [54].

Como ultima estrategia ambiental, es la preservación de la polinización por medio de técnicas de reducción de carga animal, retirando a los bovinos de los pastizales en las épocas de floración [55], inducir al pastoreo tardío [56], la siembra intensiva de leguminosas [57] y especies silvestres en los bordes de los potreros, [58] esto da como resultado la conservación de la biodiversidad al proporcionar recursos alimenticios para invertebrados como abejas, avispas, mariposas, entre otros.

3.7. *Impacto Social en la Agroecología de los Sistemas Ganaderos Bovinos*

La ciencia de la agroecología, se centra en principios que favorecen las sinergias, la eficiencia, el reciclaje, la resiliencia, economías circulares y solidarias, la generación e intercambio de conocimientos y saberes, gobernanza responsable, valores humanos y sociales, cuando estos se integran y promueven adecuadamente en las prácticas, pueden contribuir al alineamiento con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), particularmente con el hambre cero, reducción de las desigualdades, producción y consumo responsables, acción por el clima y vida de ecosistemas terrestres [59].

El camino hacia la transformación científica de la agroecología, requiere superar obstáculos y avanzar hacia enfoques interdisciplinarios y transdisciplinarios, en los cuales exista una integración holística de conocimientos y prácticas desde diversas disciplinas, incluyendo la ciencia agrícola, animal, social y económica. De esta manera, se puede abordar problemáticas mundiales como la conservación de la biodiversidad, cambio climático y retos socioeconómicos [60], [61]. Es fundamental adoptar perspectivas colaborativas y participativas para comprender los desafíos asociados con la implementación de prácticas agroecológicas y planificación de sistemas de producción sostenibles [62].

Se requiere el desarrollo de estrategias para la construcción de un proceso de transición agroecológica de los sistemas convencionales ganaderos, optimizando conceptos y metodologías de investigación enfocadas a la resiliencia, susceptibilidad y productividad, así como la planeación de prácticas agrícolas, el manejo de la salud de las plantas y animales, la organización de actividades dentro del sistema y la transformación en el ámbito laboral de los trabajadores ganaderos [63]. Conjuntamente, se debe tomar en consideración investigaciones que fomenten un aprendizaje conjunto para abordar necesidades individuales y colectivas. Esto se puede lograr mediante el asesoramiento y capacitación de los interesados, quienes actúan como colaboradores en el diseño y el desarrollo de sistemas agroecológicos adaptados a cada contexto de manera continua [64].

El impacto social en la ganadería bovina, es un escenario de estudio que fomenta una comprensión del territorio y sus interacciones socio-ecológicas mediante la sostenibilidad, el bienestar y equidad de las comunidades rurales, al apoyar los conocimientos y prácticas tradicionales campesinas de los agricultores y ganaderos, esto no solo enriquece la diversidad de culturas, sino que también consolida las alianzas comunitarias [65] . El objetivo principal, es que los productores conozcan las debilidades y fortalezas de sus

explotaciones bovinas para prevenir conflictos en el uso de los recursos físicos y naturales de los agroecosistemas [66].

Desde otra perspectiva, las instituciones de investigación académica tienen la responsabilidad de generar nuevos conocimientos científicos mediante el saber empírico de los agricultores, dichos procesos implican emplear un enfoque comprensivo y reflexivo, evitando desequilibrios en la planificación y el diagnóstico de los problemas atenuantes dentro de los sistemas productivos [67]. Durante el proceso participativo, los investigadores brindan a los actores locales un entendimiento teórico-práctico, estos aprendizajes no tienen como finalidad ofrecer soluciones definitivas para el abordaje en el campo, sino que contribuyen a que los productores creen sus propias conclusiones de la situación, las cuales servirán de direccionamiento para el éxito en sus proyectos [68].

Finalmente, es crucial señalar que el desarrollo de la investigación participativa y la integralidad agroecológica orientada a la acción, respalda la inclusión de diferentes puntos de vista, especialmente de aquellas personas marginadas por la sociedad dominante, como pequeños trabajadores campesinos, comunidades indígenas y mujeres rurales, para lograr dicha conexión de saberes es importante crear espacios para la identificación de estrategias innovadoras [66].

4. Discusión

Ante la información analizada se puede plantear que ya hay una ruta para la integración de la agroecología en los sistemas ganaderos bovinos, sin embargo, estos enfrentan urgentes desafíos debido al cambio climático y los efectos negativos ambientales y socioeconómicos, es por esto que para lograr un cambio significativo en dichas producciones se requiere implementar conocimientos con enfoques transdisciplinarios de las ciencias agrarias, biológicas, ambientales, sociales y económicas [69]. También es preciso vincular a los gestores de tierras, formuladores de políticas, entes gubernamentales que aboguen por la construcción e implementación de las prácticas agroecológicas en la ganadería sostenible. Esto aumenta los esfuerzos por desarrollar una ciencia ampliamente aplicable y práctica, [70].

Otro reto importante radica en la falta de apoyo político respecto a la normatividad agrícola, comercial y ambiental para la transformación de la ganadería bovina, es por esto que es crucial que los líderes políticos establezcan relaciones con actores del gremio agropecuario y organizaciones no gubernamentales (ONG's) para fortalecer las políticas públicas relacionadas con la agroecología a nivel local, regional e internacional [19], invirtiendo monetariamente en el desarrollo de esta situación, con el propósito de analizar las nuevas tecnologías y alternativas en los sistemas integrados sostenibles de cada región [64]. fomentando la investigación y la apropiación social del conocimiento, sin dejar a un lado las certificaciones e incentivos financieros destinados a las pequeñas y medianas empresas ganaderas [71], que den un valor agregado a los productos generados por el gremio [63], [72]. Un ejemplo relevante son las Iniciativas Europeas de Sostenibilidad y Productividad Agrícola y la Agenda Global de Acción de la

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FAO. [73]

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta revisión bibliográfica, es importante realizar investigaciones sobre la viabilidad económica de las prácticas agroecológicas, sus efectos en la rentabilidad y resiliencia de las explotaciones ganaderas, es crucial que las medidas de apoyo involucren a los productores que están en el proceso de transición, pues esto permitirá identificar las oportunidades y desafíos presentes y futuros [75]. Por último, se requiere innovación metodológica para cuantificar el éxito y progreso de la producción mediante indicadores establecidos para la resiliencia financiera a largo plazo y la sostenibilidad ambiental [75].

Ante este escenario, se sugiere continuar con los procesos investigativos sobre el impacto de la agroecología, ya que esta ciencia permite avanzar hacia sistemas ganaderos bovinos productivos, socialmente viables y justos, lo que impulsa a una alta demanda de productos ganaderos sostenibles entre los consumidores y promueve a la reestructuración de la cadena alimentaria actual, abordando desafíos hacia cambios económicos, energéticos y climáticos. [75]

5. Conclusiones

La revisión de literatura, evidencia que el gremio bovino genera impactos negativos, ocasionando alteraciones en el equilibrio de los ecosistemas circundantes, como resultado de las inapropiadas prácticas agrícolas y pecuarias. Sin embargo, las explotaciones ganaderas también favorecen las condiciones edafoclimáticas y productivas de los agroecosistemas, garantizando la seguridad alimentaria de las poblaciones a nivel local, regional e internacional.

La agroecología, gracias a su enfoque transdisciplinario aporta grandes beneficios a la ganadería bovina. Estos incluyen la conservación de la biodiversidad, el uso eficiente de los recursos naturales, la integración de sinergias, la mitigación de los impactos ambientales, el mejoramiento del bienestar animal, la investigación participativa comunitaria y el aumento de la resiliencia. Además, se ha demostrado que los principios agroecológicos pueden ser aplicados en diversas condiciones climáticas, facilitando la adaptabilidad hacia sistemas de producción sostenible.

En síntesis, según lo analizado en este documento, los componentes principales que deben llevarse a la práctica para lograr una transición agroecológica en las fincas ganaderas bovinas, son el manejo orgánico del suelo, disminución de insumos químicos, mejoramientos en las técnicas de pastoreo, diversidad de especies vegetales, la salud y bienestar de los animales, la adopción de políticas ambientales y productivas públicas y la intervención social de los agricultores, campesinos, investigadores y líderes políticos. De esta manera, la difusión, aplicación y expansión de la agroecología ha demostrado su eficacia para el abordaje de los diferentes desafíos hacia sostenibilidad productiva y ambiental.

Agradecimientos: Los autores agradecen al proyecto Jóvenes Investigadores e Innovadores del Departamento del Cauca, a la Universidad del Cauca, a la

Vicerrectoría de Investigaciones, especialmente a su director, el Doctor Carlos Alberto Cobos Lozada, al Ingeniero Mecatrónico Diego Fernando Rivera Vásquez, al Semillero de Investigación "El Roble" de la Fundación Universitaria de Popayán por el apoyo técnico y financiero a Pérez Fernández para el desarrollo de este estudio.

Referencias

- [1] D. C. Baleta-Agreda, R. F. Meneses-González, y M. A. Imués-Figueroa, «IMPACTOS DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN GANADERA EN COLOMBIA ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN SOSTENIBLES: UNA REVISIÓN», *Rev. Investig. Pecu.*, vol. 6, n.º 1, Art. n.º 1, jun. 2019, doi: 10.22267/revip.1961.11.
- [2] E. S. Coe y R. Coe, «Agroecological transitions in the mind», *Elementa*, vol. 11, n.º 1, pp. 521-529, 2023, doi: 10.1525/elementa.2022.00026.
- [3] S. L. Wyngaarden, K. K. Lightburn, y R. C. Martin, «Optimizing livestock feed provision to improve the efficiency of the agri-food system», *Agroecol. Sustain. Food Syst.*, vol. 44, n.º 2, pp. 188-214, feb. 2020, doi: 10.1080/21683565.2019.1633455.
- [4] M. C. Ahozonlin y L. H. Dossa, «Diversity and resilience to socio-ecological changes of smallholder lagune cattle farming systems of Benin», *Sustain. Switz.*, vol. 12, n.º 18, 2020, doi: 10.3390/su12187616.
- [5] G. Alexandre *et al.*, «Agroecological practices to support tropical livestock farming systems: a Caribbean and Latin American perspective», *Trop. Anim. Health Prod.*, vol. 53, n.º 1, 2021, doi: 10.1007/s11250-020-02537-7.
- [6] C. Gascuel-Odoux *et al.*, «A research agenda for scaling up agroecology in European countries», *Agron. Sustain. Dev.*, vol. 42, n.º 3, p. 53, jun. 2022, doi: 10.1007/s13593-022-00786-4.
- [7] L. Prost *et al.*, «Key research challenges to supporting farm transitions to agroecology in advanced economies. A review», *Agron. Sustain. Dev.*, vol. 43, n.º 1, p. 11, ene. 2023, doi: 10.1007/s13593-022-00855-8.
- [8] S. A. Barrios Latorre, V. Sadovska, y I. R. Chongtham, «Perspectives on agroecological transition: the case of Guachetá municipality, Colombia», *Agroecol. Sustain. Food Syst.*, vol. 47, n.º 3, pp. 382-412, mar. 2023, doi: 10.1080/21683565.2022.2163449.
- [9] «Mapeo sistemático de la literatura sobre evaluación docente (2013-2017)». Accedido: 7 de abril de 2024. [En línea]. Disponible en: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?pid=S1517-97022018000100498&script=sci_arttext
- [10] R. O. Nodari y M. P. Guerra, «A agroecologia: Estratégias de pesquisa e valores», *Estud. Avancados*, vol. 29, n.º 83, pp. 183-207, 2015, doi: 10.1590/S0103-40142015000100010.
- [11] R. Botreau, A. Farruggia, B. Martin, D. Pomiès, y B. Dumont, «Towards an agroecological assessment of dairy systems: proposal for a set of criteria suited to mountain farming», *Animal*, vol. 8, n.º 8, pp. 1349-1360, ene. 2014, doi: 10.1017/S1751731114000925.
- [12] P. Cayre, A. Michaud, J.-P. Theau, y C. Rigolot, «The coexistence of multipleworldviews in livestock farming drives agroecological transition. A case study in French Protected Designation of Origin (PDO) cheese mountain areas», *Sustain. Switz.*, vol. 10, n.º 4, 2018, doi: 10.3390/su10041097.
- [13] F. Guevara-Hernández *et al.*, «Balance energético del sistema local de producción de bovinos de engorde en Tecpatán, Chiapas, México», *Cuban J. Agric. Sci.*, vol. 47, pp. 359-365, jun. 2013.
- [14] J. Buijs, A. Ragas, y M. Mantingh, «Presence of pesticides and biocides at Dutch cattle farms participating in bird protection programs and potential impacts on entomofauna», *Sci. Total Environ.*, vol. 838, n.º Pt 3, p. 156378, sep. 2022, doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.156378.
- [15] D. M. Lara, «Residuos químicos en alimentos de origen animal: problemas y desafíos para la inocuidad alimentaria en Colombia», *Cienc. Tecnol. Agropecu.*, vol. 9, n.º 1, Art. n.º 1, jul. 2008, doi: 10.21930/rcta.vol9_num1_art:112.

- [16] L. Mahecha, L. A. Gallego, y F. J. Peláez, «Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad», *Rev. Colomb. Cienc. Pecu.*, vol. 15, n.º 2, Art. n.º 2, 2002, doi: 10.17533/udea.rccp.323816.
- [17] E. J. Heiberg y K. L. Syse, «Farming autonomy: Canadian beef farmers reclaiming the grass through management-intensive grazing practices», *Org. Agric.*, vol. 10, n.º 4, pp. 471-486, dic. 2020, doi: 10.1007/s13165-020-00291-6.
- [18] A. Altuve, «AGROECOLOGÍA Y SISTEMAS SILVOPASTORILES PARA LA SUSTENTABILIDAD GANADERA EN LAS SABANAS INUNDABLES DE APURE: AGROECOLOGY AND SILVOPASTORIL SYSTEMS FOR LIVESTOCK SUSTAINABILITY IN THE FLOODLED SHEETS OF APURE», *Rev. Acta Apuroquia*, vol. 3, ago. 2022, Accedido: 3 de abril de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://revistas.unellez.edu.ve/index.php/apuroquia/article/view/1599>
- [19] B. Dumont *et al.*, «Forty research issues for the redesign of animal production systems in the 21st century», *Animal*, vol. 8, n.º 8, pp. 1382-1393, 2014, doi: 10.1017/S1751731114001281.
- [20] S. R. Gliessman, E. Engles, y R. Krieger, *Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture*. CRC Press, 1998.
- [21] M. A. Altieri, «Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments», *Agric. Ecosyst. Environ.*, vol. 93, n.º 1, pp. 1-24, dic. 2002, doi: 10.1016/S0167-8809(02)00085-3.
- [22] M. Altieri, N. Tamura, K. Hitaka, C. Nicholls, y S. McGreevy, «Assessing the agroecological status of a farm: a principle-based assessment tool for farmers Estimando el nivel agroecológico de una finca: una herramienta de evaluación para agricultores», pp. 29-41, dic. 2020, doi: 10.4206/agrosur.2020.v48n2-04.
- [23] E. Guzmán y G. Woodgate, «Agroecology: Foundations in Agrarian Social Thought and Sociological Theory», *J. Sustain. Agric. - J Sustain. AGR*, vol. 37, ene. 2012, doi: 10.1080/10440046.2012.695763.
- [24] L. Silici, «Agroecology - What it is and what it has to offer». Accedido: 27 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.iiied.org/14629iied>
- [25] L. Hazard, N. Couix, y C. Lacombe, «From evidence to value-based transition: the agroecological redesign of farming systems», *Agric. Hum. Values*, vol. 39, n.º 1, pp. 405-416, mar. 2022, doi: 10.1007/s10460-021-10258-2.
- [26] «Sostenibilidad | Texto completo gratuito | La coexistencia de múltiples visiones del mundo en la ganadería impulsa la transición agroecológica. Un estudio de caso en las zonas montañosas del queso con denominación de origen protegida (DOP) francesa». Accedido: 28 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/4/1097>
- [27] A. Wezel, S. Bellon, T. Doré, C. Francis, D. Vallod, y C. David, «Agroecology as a science, a movement and a practice. A review», *Agron. Sustain. Dev.*, vol. 29, n.º 4, pp. 503-515, dic. 2009, doi: 10.1051/agro/2009004.
- [28] J. E. Duval, A. Blanchonnet, y N. Hostiou, «How agroecological farming practices reshape cattle farmers' working conditions», *Agroecol. Sustain. Food Syst.*, vol. 45, n.º 10, pp. 1480-1499, nov. 2021, doi: 10.1080/21683565.2021.1957062.
- [29] D. Lucantoni, «Transition to agroecology for improved food security and better living conditions: case study from a family farm in Pinar del Río, Cuba», *Agroecol. Sustain. Food Syst.*, vol. 44, n.º 9, pp. 1124-1161, oct. 2020, doi: 10.1080/21683565.2020.1766635.
- [30] J. R. Russell y J. J. Bisinger, «FORAGES AND PASTURES SYMPOSIUM: Improving soil health and productivity on grasslands using managed grazing of livestock», *J. Anim. Sci.*, vol. 93, n.º 6, pp. 2626-2640, jun. 2015, doi: 10.2527/jas.2014-8787.
- [31] B. Dumont, L. Fortun-Lamothe, M. Jouven, M. Thomas, y M. Tichit, «Prospects from agroecology and industrial ecology for animal production in the 21st century», *Animal*, vol. 7, n.º 6, pp. 1028-1043, ene. 2013, doi: 10.1017/S1751731112002418.
- [32] M. del R. V. Gutiérrez, M. del P. S. Vargas, y J. M. Campillo, «Adaptación al cambio climático con enfoque de economía circular para reducir la vulnerabilidad del sector ganadero extensivo en México: estado del arte», *Reg. Desarro. Sustentable*, vol. 23, n.º 44, Art. n.º 44, ene. 2023, Accedido: 3 de abril de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://coltla.edu.mx/openj/index.php/ReyDS/article/view/252>
- [33] A. Ducos *et al.*, «Contributions de la génétique animale à la transition agroécologique des systèmes d'élevage», *Inra Prod. Anim.*, vol. 34, n.º 2, pp. 79E-96E, 2021, doi: 10.20870/productions-animales.2021.34.2.4773.

- [34] D. Fraser, D. M. Weary, E. A. Pajor, y B. N. Milligan, «A Scientific Conception of Animal Welfare that Reflects Ethical Concerns», *Anim. Welf.*, vol. 6, n.º 3, pp. 187-205, ago. 1997, doi: 10.1017/S0962728600019795.
- [35] T. Whiting, «Understanding Animal Welfare: The Science in its Cultural Context», *Can. Vet. J.*, vol. 52, n.º 6, p. 662, jun. 2011.
- [36] D. Weary y M. Keyserlingk, «Public concerns about dairy-cow welfare: How should the industry respond?», *Anim. Prod. Sci.*, vol. 57, ene. 2017, doi: 10.1071/AN16680.
- [37] M. Vaarst y H. Alrøe, «Concepts of Animal Health and Welfare in Organic Livestock Systems», *J. Agric. Environ. Ethics*, vol. 25, pp. 1-15, jun. 2012, doi: 10.1007/s10806-011-9314-6.
- [38] D. P. Morgavi, W. J. Kelly, P. H. Janssen, y G. T. Attwood, «Rumen microbial (meta)genomics and its application to ruminant production», *Anim. Int. J. Anim. Biosci.*, vol. 7 Suppl 1, pp. 184-201, mar. 2013, doi: 10.1017/S1751731112000419.
- [39] T. Bonaudo *et al.*, «Agroecological principles for the redesign of integrated crop-livestock systems», *Eur. J. Agron.*, vol. 57, pp. 43-51, 2014, doi: 10.1016/j.eja.2013.09.010.
- [40] R. O. Nodari y M. P. Guerra, «A agroecologia: estratégias de pesquisa e valores», *Estud. Av.*, vol. 29, pp. 183-207, abr. 2015, doi: 10.1590/S0103-40142015000100010.
- [41] L. Tessier, J. Bittetbier, F. Marchand, y P. V. Baret, «Pathways of action followed by Flemish beef farmers—an integrative view on agroecology as a practice», *Agroecol. Sustain. Food Syst.*, vol. 45, n.º 1, pp. 111-133, 2021, doi: 10.1080/21683565.2020.1755764.
- [42] «Full article: Beyond the agroecological and sustainable agricultural intensification debate: Is blended sustainability the way forward?» Accedido: 3 de abril de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://www-tandfonline-com.acceso.unicauca.edu.co/doi/full/10.1080/14735903.2018.1448047](https://www.tandfonline-com.acceso.unicauca.edu.co/doi/full/10.1080/14735903.2018.1448047)
- [43] E. Cerdá Tena y A. Khalilova, «Economía circular», *Econ. Ind.*, n.º 401, pp. 11-20, 2016.
- [44] R. Martineau *et al.*, «Relation of net portal flux of nitrogen compounds with dietary characteristics in ruminants: A meta-analysis approach», *J. Dairy Sci.*, vol. 94, n.º 6, pp. 2986-3001, jun. 2011, doi: 10.3168/jds.2010-3438.
- [45] K. Theodoridou *et al.*, «Effect of condensed tannins in fresh sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) on in vivo and in situ digestion in sheep», *Anim. Int. J. Anim. Biosci.*, vol. 6, pp. 245-53, feb. 2012, doi: 10.1017/S1751731111001510.
- [46] T. Puech y F. Stark, «Diversification of an integrated crop-livestock system: Agroecological and food production assessment at farm scale», *Agric. Ecosyst. Environ.*, vol. 344, 2023, doi: 10.1016/j.agee.2022.108300.
- [47] N. L. Schon, A. D. Mackay, y M. A. Minor, «Vulnerability of soil invertebrate communities to the influences of livestock in three grasslands», *Appl. Soil Ecol.*, vol. 53, pp. 98-107, feb. 2012, doi: 10.1016/j.apsoil.2011.11.003.
- [48] B. Förster *et al.*, «Fate and effects of ivermectin on soil invertebrates in terrestrial model ecosystems», *Ecotoxicol. Lond. Engl.*, vol. 20, n.º 1, pp. 234-245, ene. 2011, doi: 10.1007/s10646-010-0575-z.
- [49] J. M. G. Bloor, P. Jay-Robert, A. L. Morvan, y G. Fleurance, «Déjections des herbivores domestiques au pâturage : caractéristiques et rôle dans le fonctionnement des prairies», *INRAE Prod. Anim.*, vol. 25, n.º 1, Art. n.º 1, mar. 2012, doi: 10.20870/productions-animales.2012.25.1.3196.
- [50] K. Y. Chan, «An overview of some tillage impacts on earthworm population abundance and diversity — implications for functioning in soils», *Soil Tillage Res.*, vol. 57, n.º 4, pp. 179-191, ene. 2001, doi: 10.1016/S0167-1987(00)00173-2.
- [51] N. J. M. van Eekeren *et al.*, «Soil biological quality of grassland fertilized with adjusted cattle manure slurries in comparison with organic and inorganic fertilizers», *Biol. Fertil. Soils*, vol. 45, n.º 6, pp. 595-608, 2009, doi: 10.1007/s00374-009-0370-2.
- [52] «Evaluación del riesgo de los residuos fecales de monepantel para la fauna del estiércol - Skripsky - 2010 - Australian Veterinary Journal - Wiley Online Library». Accedido: 4 de abril de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1751-0813.2010.00645.x>
- [53] «Ciencia de pastos y forrajes | Revista científica de pastizales | Biblioteca en línea Wiley». Accedido: 4 de abril de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2494.2008.00674.x>

- [54] A. Paz *et al.*, «Avian predators as a biological control system of common vole (*Microtus arvalis*) populations in north-western Spain: experimental set-up and preliminary results», *Pest Manag. Sci.*, vol. 69, n.º 3, pp. 444-450, mar. 2013, doi: 10.1002/ps.3289.
- [55] A. Farruggia, B. Dumont, A. Scohier, T. Leroy, P. Pradel, y J.-P. Garel, «An alternative stocking management designed to favour butterflies in permanent grasslands», *Grass Forage Sci.*, vol. 67, pp. 136-149, mar. 2012, doi: 10.1111/j.1365-2494.2011.00829.x.
- [56] N. E. Sjödin, «Pollinator behavioural responses to grazing intensity», *Biodivers. Conserv.*, vol. 7, n.º 16, pp. 2103-2121, 2007, doi: 10.1007/s10531-006-9103-0.
- [57] «Causas de la rareza en los abejorros - ScienceDirect». Accedido: 4 de abril de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www-sciencedirect-com.acceso.unicauca.edu.co/science/article/pii/S0006320704002630>
- [58] F. Herzog, I. Klaus, B. Schüpbach, y P. Jeanneret, «Effects of Wildflower Strip Quality, Quantity, and Connectivity on Butterfly Diversity in a Swiss Arable Landscape», *Restor. Ecol.*, vol. 19, pp. 500-508, abr. 2010, doi: 10.1111/j.1526-100X.2010.00649.x.
- [59] L. Prost *et al.*, «Key research challenges to supporting farm transitions to agroecology in advanced economies. A review», *Agron. Sustain. Dev.*, vol. 43, n.º 1, p. 11, ene. 2023, doi: 10.1007/s13593-022-00855-8.
- [60] D. M. David-Chavez y M. C. Gavin, «A global assessment of Indigenous community engagement in climate research», *Environ. Res. Lett.*, vol. 13, n.º 12, p. 123005, dic. 2018, doi: 10.1088/1748-9326/aaf300.
- [61] «Livelihoods and poverty — the UWA Profiles and Research Repository». Accedido: 4 de abril de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://research-repository.uwa.edu.au/en/publications/chapter-13-livelihoods-and-poverty>
- [62] G. Martin *et al.*, «How to Address the Sustainability Transition of Farming Systems? A Conceptual Framework to Organize Research», *Sustainability*, vol. 10, n.º 6, Art. n.º 6, jun. 2018, doi: 10.3390/su10062083.
- [63] M. Cremilleux, A. Michaud, P. Cayre, B. Martin, C. Rigolot, y Y. Michelin, «Combining systemic and pragmatic approaches for the holistic diagnosis of a farm in agroecological transition in a health context», *Front. Sustain. Food Syst.*, vol. 7, 2023, doi: 10.3389/fsufs.2023.875820.
- [64] C. Gascuel-Oudouy *et al.*, «A research agenda for scaling up agroecology in European countries», *Agron. Sustain. Dev.*, vol. 42, n.º 3, p. 53, jun. 2022, doi: 10.1007/s13593-022-00786-4.
- [65] N. Andrieu *et al.*, «Scenarios for an agroecological transition of smallholder family farmers: a case study in Guadeloupe», *Agron. Sustain. Dev.*, vol. 42, n.º 5, p. 95, sep. 2022, doi: 10.1007/s13593-022-00828-x.
- [66] V. E. Méndez, C. M. Bacon, y R. Cohen, «Agroecology as a Transdisciplinary, Participatory, and Action-Oriented Approach», *Agroecol. Sustain. Food Syst.*, vol. 37, n.º 1, pp. 3-18, ene. 2013, doi: 10.1080/10440046.2012.736926.
- [67] L. Hazard *et al.*, «Mutual learning between researchers and farmers during implementation of scientific principles for sustainable development: the case of biodiversity-based agriculture», *Sustain. Sci.*, vol. 13, n.º 2, pp. 517-530, mar. 2018, doi: 10.1007/s11625-017-0440-6.
- [68] H. Nowotny, P. Scott, y M. Gibbons, «Re-Thinking Science: Knowledge and the Public in An Age of Uncertainty», *Contemp. Sociol.*, vol. 32, ene. 2001, doi: 10.2307/3089636.
- [69] L. M. Roche, «Grand challenges and transformative solutions for rangeland social-ecological systems – emphasizing the human dimensions», *Rangelands*, vol. 43, n.º 4, pp. 151-158, ago. 2021, doi: 10.1016/j.rala.2021.03.006.
- [70] E. Barrios *et al.*, «The 10 Elements of Agroecology: enabling transitions towards sustainable agriculture and food systems through visual narratives», *Ecosyst. People*, vol. 16, n.º 1, pp. 230-247, ene. 2020, doi: 10.1080/26395916.2020.1808705.
- [71] M. Duru *et al.*, «How to implement biodiversity-based agriculture to enhance ecosystem services: a review», *Agron. Sustain. Dev.*, vol. 35, n.º 4, pp. 1259-1281, 2015, doi: 10.1007/s13593-015-0306-1.
- [72] S. Padel, L. Levidow, y B. Pearce, «UK farmers' transition pathways towards agroecological farm redesign: evaluating explanatory models», *Agroecol. Sustain. Food Syst.*, vol. 44, n.º 2, pp. 139-163, feb. 2020, doi: 10.1080/21683565.2019.1631936.
- [73] R. D. Garrett, M. Niles, J. Gil, P. Dy, J. Reis, y J. Valentim, «Policies for reintegrating crop and livestock systems: A comparative analysis», *Sustain. Switz.*, vol. 9, n.º 3, 2017, doi: 10.3390/su9030473.

[74] E. Johansson, R. Martin, y K. M. Mapunda, «Participatory future visions of collaborative agroecological farmer-pastoralist systems in Tanzania», *Agroecol. Sustain. Food Syst.*, vol. 47, n.º 4, pp. 548-578, abr. 2023, doi: 10.1080/21683565.2023.2165592.

[75] M. DeLonge y A. Basche, «Leveraging agroecology for solutions in food, energy, and water», *Elem Sci Anth*, vol. 5, mar. 2017, doi: 10.1525/elementa.211.