



Principios y prácticas agroecológicas para la transición hacia una ganadería bovina sostenible. Revisión



Guadalupe Del Angel-Lozano ^{a*}

Miguel Ángel Escalona-Aguilar ^b

Julio Baca del Moral ^a

Venancio Cuevas-Reyes ^c

^a Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Fitotecnia. Carretera México-Texcoco Km. 38.5, 56230. Texcoco, Estado de México, México.

^b Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Agrícolas. Xalapa. Veracruz, México.

^c Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Valle de México. Texcoco, Estado de México, México.

* Autor de correspondencia: al19127027@chapingo.mx

Resumen:

El desarrollo del sector ganadero bovino es afectado por múltiples crisis como la ambiental, económica, alimentaria, energética, sanitaria y migratoria, que impactan en la alimentación y la salud de las personas. Estas crisis obligan a las y los productores a reflexionar y repensar sobre las prácticas ganaderas que aplican en el contexto sociocultural, ambiental, económico y político. La ganadería bovina sostenible, permite enfrentar estas crisis mediante la aplicación de prácticas agroecológicas. El objetivo de esta revisión es analizar los principios y prácticas agroecológicas que promueven una transición hacia la sostenibilidad del sector ganadero bovino, a través de un análisis bibliográfico se discutió el impacto de la crisis civilizatoria en la ganadería bovina, así como las perspectivas de la agroecología y sus alcances, esto con la finalidad de identificar sus contribuciones para alcanzar una producción de leche y carne accesible y de calidad para la sociedad. Se concluye que los principios y

prácticas agroecológicas son universales y pueden ser aplicados a la ganadería bovina para transitar a sistemas de producción sustentable. Estos principios y prácticas pueden adaptarse a zonas climáticas y reducir el impacto que la crisis civilizatoria ha generado en la ganadería bovina. La aplicación de dichos principios y prácticas debe ser de acuerdo al nivel, cantidad y calidad de los recursos de cada dimensión. Las iniciativas analizadas muestran que los niveles de producción de carne y leche son llevados a cabo con el menor número de insumos posible, un bajo impacto al medio ambiente y con la formación de comunidades organizadas. Finalmente, su aplicación apropiada depende en mayor medida de la disposición, motivación y el empoderamiento de las y los productores.

Palabras clave: Ganadería agroecológica, Agroecología, Seguridad Alimentaria.

Recibido: 20/07/2022

Aceptado: 09/03/2023

Introducción

A nivel internacional la producción de ganado bovino es una actividad de suma importancia para la economía de diversas culturas, considerada como un medio para lograr la autosuficiencia alimentaria; además de ser el trabajo y sustento para las personas que viven en zonas rurales y agrícolas^(1,2). En años recientes, en el mundo se han vivido crisis de múltiples dimensiones: económica, ambiental, social, energética, sanitaria, migratoria, etc. Estas crisis conllevan a una mayor que se ha definido como crisis civilizatoria, que parte de un impacto sobre la naturaleza, la tierra, los alimentos y la salud. La gran crisis ha obligado a la humanidad a reflexionar y repensar su forma de vivir^(3,4).

El desarrollo de una ganadería sostenible es una alternativa a esta crisis. Su visión es contar con sistemas más perdurables en el tiempo y menos contaminantes, ante la demanda que existe de producir alimentos sanos, que protejan al medio ambiente y mejoren la calidad de vida de las y los productores, articulados a procesos locales y regionales^(5,6). La producción sostenible basada en procesos agroecológicos surge de la aplicación de principios en las dimensiones sociocultural, ambiental, económica y política^(5,6). Estos principios guían el diseño espacial y temporal de una unidad de producción, en el desarrollo, integración, aplicación de prácticas técnico-productivas y procesos ecológicos^(7,8). Se reconoce en la agroecología la acción de un proyecto transformador para el sector ganadero, al identificar acciones que se diferencian, se definen y contribuyen con la sociedad^(9,10).

El objetivo de esta revisión es analizar los principios y prácticas agroecológicas que promueven una transición hacia una ganadería sostenible, a través de un análisis bibliográfico, se discutió el impacto de la crisis civilizatoria en la ganadería bovina, así como las perspectivas de la agroecología y sus alcances, esto con la finalidad de identificar sus contribuciones para alcanzar una mejor producción de leche y carne accesible y de calidad para la sociedad.

Las múltiples crisis en la ganadería bovina

A nivel mundial la producción de ganado bovino está inmersa en múltiples crisis, como la ambiental, económica, alimentaria, energética, sanitaria y migratoria, a causa de la ganadería industrializada dirigida por la economía capitalista y las políticas neoliberales⁽¹¹⁾.

El modelo de Revolución Verde incrementó sustancialmente la producción agrícola y ganadera, pero con el paso del tiempo aumentaron los impactos ambientales directos e indirectos, como la sobreexplotación de la tierra, la presencia de patologías nocivas (es decir, enfermedades transmitidas por garrapatas), deficiencias nutricionales a causa de la reducción de biomasa aérea neta en los pastizales por los largos periodos de sequía⁽¹²⁾, el agotamiento de la fertilidad del suelo, la contaminación del suelo y agua por el uso de agroquímicos, la presencia de especies invasoras, la pérdida de la agrobiodiversidad, la desigualdad económica, falta de equidad en la distribución de la riqueza y la reducción de los rendimientos a mediano y largo plazo^(3,4,13).

Los productores ganaderos se enfrentan a crisis económicas como los altos costos de los insumos (por ejemplo, cuesta más producir 1 L de leche de lo que las empresas están dispuestas a pagar), el uso de leche en polvo para la manufactura de derivados lácteos, la dependencia de intermediarios y la presencia de las grandes empresas nacionales y transnacionales que exportan leche y carne⁽¹⁴⁾.

Otra de las crisis que ha afectado a este sector es la alimentaria. En esta crisis, por un lado, es evidente que a nivel global existe una expectativa de negocio derivado del crecimiento poblacional que superará los 9 mil millones de habitantes en 2050. Se necesitará una mayor producción de proteína de origen animal (por ejemplo, leche, carne, huevos y pescado) para satisfacer la demanda mundial, y de acuerdo con datos de la FAO se estima que el consumo de carne aumentará en un 76 % para el año 2050, duplicándose el consumo de aves de corral, un aumento del 69 % en el consumo de carne de bovino y un aumento del 42 % en la carne de cerdo^(3,15,16).

En contraste con esto, organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), señalan que existe un superávit en la

producción de alimentos para toda la humanidad. Tan solo en América Latina se produce 40 % más alimentos de lo que se consume⁽¹⁷⁾. De acuerdo con lo anterior la problemática real está centrada en la distribución desigual de los mismos y la falta de recursos económicos de las personas para adquirirlos, es decir, no existe seguridad alimentaria. Por lo tanto, existe una doble problemática: el centro capitalista y el mundo empobrecido. De lo anterior, la producción de alimentos de manera convencional ha convertido a los alimentos en mercancías, de modo que la comida ya no es un bien fundamental para la vida^(3,4).

Además de las crisis anteriores, el sector ganadero se ve afectado por la crisis energética, que se refiere al consumo exagerado de petróleo, con las consecuentes emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y un consumo indiscriminado de los recursos naturales⁽¹⁸⁾. En la mayoría de estos sistemas es evidente el uso de energías no renovables que provienen de combustibles fósiles, principalmente del petróleo, que es la fuente para la obtención de diesel, gasolina y lubricantes usados en la maquinaria y equipo, en la fabricación de fertilizantes, plaguicidas y herbicidas de síntesis química. Adicionalmente se emplea el gas para los sistemas de calentamiento^(3,4,19).

La ganadería bovina presenta diversas manifestaciones que avanzan rápidamente en la contaminación creciente del aire y agua, desertificación, pérdida de la biodiversidad, pero una de sus manifestaciones más aguda es la vinculada con el cambio climático^(3,4). A causa de esto, se observa una variación en la temperatura, disminución de las precipitaciones, pérdida de biodiversidad, degradación de la tierra y contaminación del agua, efectos del cambio climático por la fuerte presión sobre los recursos naturales⁽²⁰⁾. Cabe destacar que la disminución de las precipitaciones y la contaminación del agua afecta directamente a los productores de ganado bovino, ya que para la producción de 1 kg de carne en canal se necesitan de 6 a 15 L de agua, y para producir un 1 kg de leche se necesita entre 0.80 a 1 L de agua⁽²¹⁾.

Por otro lado, en el mundo se usan más de mil plaguicidas para evitar que las plagas destruyan los alimentos⁽²²⁾. En ganadería se están utilizando cantidades considerables de plaguicidas que favorecen el crecimiento del forraje (como el glifosato), insecticidas y fungicidas (como el hexaclorobenceno) usados en el almacenamiento y transporte de semillas con fines forrajeros⁽²³⁾. Los residuos químicos que con mayor frecuencia se encuentran en los alimentos de origen animal son los plaguicidas, antimicrobianos, antiparasitarios, desinfectantes, detergentes, anabólicos y las micotoxinas⁽²⁴⁾. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha identificado los riesgos de plaguicidas en el aumento de intoxicaciones agudas de las personas que los aplican al sufrir efectos adversos a largo plazo, a partir del nivel de exposición y de los residuos en los alimentos⁽²²⁾.

Los datos del Departamento de Agricultura (USDA) demuestran que en EE. UU. los cultivos de soja, utilizados como piensos para alimentar a los bovinos bajo un sistema de producción

industrial, aumentaron el uso de herbicidas en un 98 % de las ha sembradas⁽²⁵⁾. El principal herbicida aplicado es el glifosato, ingrediente activo que destruye organismos primarios y las cadenas tróficas de los ecosistemas⁽²⁶⁾. En el caso de México, ya existe un decreto final en el que se establece la eliminación gradual del uso de glifosato y maíz genéticamente modificado⁽²⁷⁾.

Cabe señalar que la economía capitalista es responsable en gran parte de la devastación de la naturaleza y los efectos sobre la crisis ambiental. Por ejemplo, la ganadería industrializada ocasionó que alrededor del 26 % de la superficie global terrestre fuera deforestada y convertida en pastizales, la mayor parte corresponde a las zonas tropicales de los países en desarrollo⁽²⁸⁾.

De igual manera, en la crisis sanitaria la existencia de pandemias zoonóticas como el Covid-19 ha demostrado que la población en general no está preparada para afrontar enfermedades emergentes. Hay altas probabilidades de que estas crisis sanitarias continúen apareciendo, ya que las pandemias se agravan por el cambio climático y la agroindustria que produce alimentos contaminados⁽⁴⁾.

Como ya es sabido, el sector agropecuario ha sido el más afectado por la crisis migratoria. La mano de obra joven y creativa emigra hacia regiones donde pueda encontrar mejores oportunidades y mayores ingresos económicos⁽⁴⁾. De lo anterior se puede confirmar que todas las crisis conllevan a una crisis mayor definida como crisis civilizatoria, que obliga a repensar la forma de vivir, producir y consumir alimentos. Vivir bien es una cosmovisión que incluye seres humanos, animales, plantas, minerales, astros, espíritus y divinidades^(9,29). Es un modo de existencia que está en equilibrio con todos los elementos de la tierra; no es riqueza ni pobreza, sino una vida en armonía con todos los seres, una convivencia intercultural, interbiótica e intergeneracional⁽³⁾.

Perspectivas de la agroecología

La disciplina científica que estudia a la agricultura y actualmente al sector agropecuario desde una perspectiva ecológica se denomina “Agroecología”, y se define como un marco teórico cuyo fin es analizar los procesos agrícolas y agropecuarios de una manera interdisciplinaria, que integra elementos agronómicos, socioculturales, ambientales, económicos y políticos⁽³⁰⁾. La agroecología combina conocimientos tradicionales (etnociencia local sobre plantas, animales, etc.) y procedentes de la ciencia. Al integrar ambos conocimientos surgen principios que toman diferentes formas tecnológicas de acuerdo con el lugar, dependiendo del contexto sociocultural, económico, ambiental y político. Esta integración debe ser derivada de un proceso de investigación participativa o transdisciplinaria, liderado por los propios productores⁽³¹⁾.

A nivel mundial este enfoque comparte las siguientes características: es una ciencia, una praxis y un movimiento social; aplica conceptos, principios y conocimientos ecológicos; se basa en los procesos ecológicos del agroecosistema; se guía de procesos de abajo hacia arriba y regionales; busca la co-creación de conocimiento; incluye un enfoque explícito de las dimensiones sociales y económicas de los sistemas alimentarios y utiliza un enfoque de economía política⁽³²⁾.

Desde la perspectiva de investigación se valoriza, reivindica y rescata el conocimiento local, campesino e indígena. Desde la perspectiva sociocultural y económica se generan dinámicas participativas desde los intereses de los propios productores. Desde la perspectiva ambiental y productiva se indaga en un espacio productivo y empírico. Y desde la perspectiva de transformación social se integran las perspectivas anteriores y se incorpora un nuevo proceso de investigación entre los investigadores y la realidad investigada⁽³³⁾.

Este enfoque ha pasado de una disciplina científica a un movimiento social, cultural y político. Sin embargo, su relación con otras disciplinas híbridas (como la ecología política, la economía ecológica, la historia ambiental y la etnoecología), la vuelve una práctica productiva en oposición de la producción industrial y en un movimiento social ligado a la reivindicación de los pequeños productores⁽³⁴⁾.

Actualmente en la agroecología, algunas iniciativas prometedoras incluyen no solo la producción de bienes, sino va hasta el consumo, promoviendo cadenas cortas de suministro de alimentos para los consumidores, es decir, esquemas de comercialización de manera directa (impulsada por cooperativas y promovida por agricultores), sistemas de intercambio y ventas locales⁽³⁵⁾.

La agroecología contribuye a mejorar la calidad de vida de los productores, al diseñar sistemas agrícolas biodiversos y al ser eficientes desde el punto de vista energético, así como conservadores de los recursos naturales y resilientes ante el cambio climático. Sin embargo, actores de algunas ONG; ONU-FAO, agencias gubernamentales e instituciones académicas que emplean el término agroecología, lo han utilizado indistintamente como intensificación sostenible, agricultura regenerativa, agricultura climáticamente inteligente, entre otros, sin explicar su particularidad⁽⁸⁾.

Los sistemas de producción de alimentos constan de diversos elementos, actividades y actores que se interrelacionan para lograr la producción, transformación, distribución y consumo de alimentos⁽³⁶⁾. Además, mantienen y preservan los ecosistemas naturales, aportando valiosos complementos alimenticios, materiales de construcción, medicinas, fertilizantes orgánicos, combustibles, etc., que mejoran el estado nutricional y los medios de vida de los pequeños productores. En este sentido, las intervenciones agroecológicas son eficaces en los sistemas tradicionales al incrementar su producción, ingresos, seguridad

alimentaria y resiliencia al cambio climático^(31,35). Además, el diseño y manejo agroecológico en una unidad de producción en Cuba aumentó la eficiencia energética de 2.70 a 17.26, reduciendo el costo de energía y la intensidad de la fuerza de trabajo por ha (730 h/ha/año). Además, el índice de dependencia externa disminuyó de 71.39 a 1.81 % y los rendimientos de su producción de arroz (*Oriza sativa L.*), tabaco (*Nicotiana tabacum L.*), frijol (*Phaseolus vulgaris L.*), maíz (*Zea mays L.*) y ganado (vacas, pollos y cerdos) alimentado con yuca (*Manihot esculenta L.*) y caña de azúcar (*Saccharum sp.*), aumentaron de 4.18 t/ha/año a 6.70 t/ha/año, mostrando que las prácticas agroecológicas incrementaron la productividad por cada unidad de superficie cultivable y para el área total, generando mayor eficiencia energética y alimento para más personas por hectárea⁽³⁷⁾.

Es claro que la agroecología no promueve recetas técnicas, sino principios, por lo que uno o más principios se vinculan con prácticas y procesos que logran poner en movimiento las interacciones ecológicas⁽³⁸⁾. Las prácticas agroecológicas buscan producir alimentos mediante procesos ecológicos y servicios ecosistémicos, integrándolos como elementos en el desarrollo de las prácticas⁽³⁹⁾. En la actualidad este enfoque sistémico muestra un camino diferente al proporcionar principios que permiten diseñar los sistemas de producción y consumo⁽⁴⁰⁾, donde las innovaciones nacen *in situ* con los productores y se adaptan a la situación socioeconómica⁽³¹⁾.

Principios y prácticas agroecológicas

Dimensión sociocultural

Los sistemas agrícolas tradicionales han evolucionado por generaciones, donde las dinámicas sociales, las habilidades y tradiciones de los productores, han sido aspectos centrales del conocimiento existente⁽⁴¹⁾. Los principios agroecológicos para esta dimensión promueven actividades sociales y culturales que ayuden a los productores a resolver sus necesidades actuales y futuras⁽³⁷⁾.

El principio 1 (Cuadro 1), busca reconocer la diversidad de experiencias para promover el intercambio colectivo del conocimiento. Es importante que los ganaderos adopten el intercambio de experiencias personales y conocimiento local de productor a productor, entre generaciones y los miembros de una organización^(42,43). Los productores locales e indígenas contribuyen a la generación de experiencias y conocimiento, con la participación de mujeres, ancianos y organizaciones comunitarias⁽⁴⁰⁾.

Cuadro 1: Principios agroecológicos de la dimensión sociocultural

Principios	Referencia
1. Reconocer la diversidad de experiencias para promover el intercambio colectivo del conocimiento, habilidades, innovaciones locales, tradicionales, empíricas y científicas, a través del intercambio de saberes de un productor a productor, y entre los miembros de una organización junto con alianzas que otorgan igual peso al productor e investigador.	(7,41,43,44)
2. Aumentar la organización de los productores y actores pensando en el diseño de comunidad y sociedad bajo la idea de sostenibilidad a largo plazo.	(43,45)
3. Construir agroecosistemas basados en valores sociales de la cultura, identidad, tradición, equidad social y de género e innovación en las comunidades locales para preservar el tejido social, mantener la relación espiritual con el medio ambiente y apoyar las dietas saludables, diversificadas, estacionales y culturalmente apropiadas.	(43,45)
4. Crear medios de vida dignos donde exista un respeto hacia la diversidad de equidad de género, orientación sexual, raza y religión, para apoyar a las mujeres en el liderazgo e igualdad entre todos los actores involucrados.	(41,43,44)
5. Garantizar la conectividad y proximidad geográfica y confianza entre los grupos de interés en las fases de producción, procesamiento y consumo, principalmente con la inclusión en una red colectiva de agricultores, consumidores, asesores técnicos y científicos donde se promuevan alternativas de certificación como los Sistemas Participativos de Garantía y Agricultura Apoyada por la comunidad, con el fin de lograr la solidaridad y debate entre personas de diversas culturas y valores, tanto rurales como urbanas.	(41,43,44)

El principio 2, intenta aumentar la organización de los productores bajo la idea de sostenibilidad. La permanencia de la familia en la unidad de producción contribuye a la organización necesaria para la producción⁽³⁷⁾. Además, en la comunidad rural es importante construir cohesión social y generar una mayor interacción entre los actores al momento de tomar decisiones colectivas para transformar su vida y estabilizar sus compromisos⁽⁴⁶⁾.

El principio 3, se refiere a la construcción de agroecosistemas basados en valores sociales. La equidad social es uno de los valores sociales basado en la calidad de vida; medios de subsistencia en las zonas rurales; salud de los productores y consumidores; equidad en el control de la tierra, poder económico y participación en todos los beneficios^(43,45).

En la producción de ganado bovino el trabajo que realizan las mujeres es hasta cierto punto invisible. Las mujeres no solo son responsables del trabajo doméstico, sino que también se involucran en actividades ganaderas, son responsables del patio trasero de su hogar y contribuyen significativamente en la supervivencia de la familia. Sin embargo, aún siguen siendo frágiles los avances en la equidad social para las zonas rurales⁽⁴⁷⁾.

El principio 4 busca crear medios de vida dignos que brinden bienestar, abundancia y prosperidad a toda sociedad⁽³⁷⁾. En donde se pueda vivir libre de opresión, en paz y con tiempo suficiente para las necesidades familiares. Con una calidad de empleo donde los salarios sean adecuados para garantizar un medio de vida digno, que permita cubrir los costos de alimentación, educación, vestido, atención médica, esparcimiento y ahorros⁽⁴⁸⁾. Es importante empoderar a las y los productores del sector ganadero, para que tengan una vida digna⁽⁴⁹⁾.

El principio 5 tiene el propósito de garantizar la conectividad y la inclusión de una red colectiva de productores, consumidores, asesores técnicos y científicos, donde se promueva la certificación mediante los Sistemas Participativos de Garantía (SPG)⁽⁴³⁾.

Dimensión ambiental

La dimensión ambiental en un sistema de producción es importante ante la crisis ambiental, como un medio para reducir la huella ambiental que ocasiona la ganadería, mediante procesos ecológicos, aumentando su viabilidad y estabilidad⁽⁵⁾. En esta dimensión las prácticas y procesos de manejo para la producción de ganado bovino intentan reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI), promover un manejo adecuado del agua, un aumento apropiado del contenido de nitrógeno en el suelo, una reducción de la cantidad de materiales no reciclables, minimizar el uso de medicamentos veterinarios y satisfacer todas las necesidades del ganado⁽⁴⁸⁾.

El principio 1 y 2 (Cuadro 2) se refieren, al incremento del reciclaje de la biomasa, y al aseguramiento, mejora y optimización del funcionamiento del suelo respectivamente. Cabe destacar que uno de los indicadores más importantes del suelo sano es la materia orgánica⁽⁸⁾.

Cuadro 2: Principios agroecológicos de la dimensión ambiental

Principios	Referencia
1. Mejorar el reciclaje de biomasa, con miras a optimizar la descomposición de la materia orgánica, el ciclo de nutrientes y el uso de los recursos renovables locales a lo largo del tiempo en los sistemas agrícolas y alimentarios.	(7,8,41,44,45)
2. Asegurar, mejorar y optimizar el funcionamiento del suelo, proporcionando condiciones favorables para el crecimiento de las plantas, incorporando materia orgánica para promover una actividad biológica.	(7,8,44)
3. Adoptar prácticas de gestión para mejorar en la salud y bienestar de los animales.	(5,7,44)
4. Valorar la salud del agroecosistema al fortalecer su “sistema inmunológico” mediante la mejora de la biodiversidad funcional y la creación de hábitats apropiados.	(7,8,45)
5. Disminuir la pérdida de energía, agua, nutrientes y recursos genéticos al mejorar la conservación y regeneración de la agrobiodiversidad.	(7,8)
6. Mantener y mejorar la diversificación de especies y recursos genéticos en el sistema agrícola a lo largo del tiempo y espacio (finca, paisaje, zona etc.) para fortalecer su resiliencia mediante la adaptación de las prácticas de gestión.	(7,8,41,44)
7. Eliminar el uso y la dependencia de insumos externos sintéticos de origen humano como herbicidas para el control de plagas y arvenses que dañan el medio ambiente, la salud del productor y consumidor. Es mejor manejar plagas, enfermedades y arvenses que controlarlas.	(41,45)
8. Aumentar la interacción ecológica positiva, sinergia, integración y complementariedad positiva entre los elementos del agroecosistema.	(8,41,44)
9. Apoyar la adaptación, potencial biológico y genético de especies animales y vegetales cultivables, para una mayor resiliencia del agroecosistema.	(41,45)

Un ejemplo para estos principios es el uso de leguminosas, ya que estas plantas aumentan la eficiencia del estiércol y fijan el nitrógeno atmosférico en el suelo, además de absorber grandes cantidades de nitrógeno en el sistema⁽⁵⁰⁾. Por otro lado, el pastoreo del ganado bovino, la incorporación de abono animal y los cultivos de cobertura son prácticas que aumentan el contenido de nitrógeno en el suelo^(45,48).

La agroforestería permite el uso sustentable de la tierra y promueve el manejo integral de árboles, cultivos y animales. En los últimos 40 años, ha demostrado ser una disciplina que contribuye a mejorar y desarrollar sistemas agropecuarios sostenibles⁽⁵¹⁾. Los sistemas agroforestales tienen un gran potencial de mitigar los GEI y capturar carbono orgánico en el suelo mediante prácticas de conservación de residuos. Se ha encontrado que con el uso de prácticas silvopastoriles se puede absorber y almacenar entre 42 y 90 pentagramos (Pg) de carbono de la atmósfera en un lapso de 50 a 100 años⁽⁵²⁾. Además, los sistemas silvopastoriles son una opción de los que se obtienen beneficios socioculturales, ambientales y económicos importantes para lograr una producción sostenible⁽⁵³⁾. Es posible lograr una buena conservación de cubierta forestal mediante un adecuado manejo de la carga animal, en relación con el número de cabezas de ganado con la superficie y tiempo de pastoreo⁽⁵⁴⁾.

La introducción de leguminosas como forraje en pastizales tropicales aumenta la capacidad de acumulación de carbono en el suelo, que va de 58.2 a 69.9 %, comparado con la producción de ganado en pastizales. Además, se ha demostrado que los pastos combinados con plantas de trébol blanco (*Trifolium repens*), plátano (*Musa paradisiaca*), diente de león (*Taraxacum officinale*) y el manejo integrado de arvenses, logran obtener mayores concentraciones de minerales^(28,31). Los sistemas silvopastoriles son una opción viable para garantizar el mantenimiento de los servicios ambientales y reducir las emisiones de metano (CH₄)⁽⁵⁴⁾. En una evaluación realizada en sistemas silvopastoriles, se encontró que el promedio de secuestro de carbono fue de -26.27 Mg·CO₂e ha⁻¹ (el signo negativo se refiere al secuestro de carbono) superando el promedio de emisiones de CH₄ entérico el cual fue de 23.54 Mg·CO₂e ha⁻¹ (el signo positivo se refiere a la emisión de carbono), lo que indica un balance neto de -2.73 Mg·CO₂e ha⁻¹ de carbono eliminado de la atmósfera después de los 8 años⁽⁵⁵⁾.

El principio 3 se refiere a la adopción de prácticas de gestión para mejorar la salud y bienestar de los animales⁽⁸⁾. El manejo y el tratamiento de las infecciones por parásitos en el ganado ocasiona que los ganaderos utilicen en exceso los medicamentos antihelmínticos (antiparasitarios), impulsando una mayor resistencia en los parásitos y poniendo en riesgo a los animales a infecciones no tratables⁽⁵⁶⁾.

Para llevar un adecuado manejo de parásitos se recomiendan las siguientes prácticas: pastorear a los animales jóvenes en pastos más limpios; no pastorear en exceso para evitar que se alimenten cerca del suelo donde residen las larvas de los parásitos; utilizar el pastoreo rotacional; implementar un pastoreo con múltiples especies; romper con los ciclos de los parásitos mediante la producción de heno una vez al año; ofrecer una buena nutrición a los bovinos; agua limpia; una mezcla de oligoelementos; y hacer una selección genética de los bovinos que tienen mayor resistencia a los parásitos internos⁽⁵⁷⁾.

El principio 4 valora la salud del agroecosistema al fortalecer su “sistema inmunológico” mediante la mejora de la biodiversidad funcional y la creación de hábitats apropiados⁽⁸⁾.

Una práctica interesante para conservar la salud en los agroecosistemas es la producción de forrajes de calidad, que mejoran la digestibilidad de los bovinos y disminuyen las emisiones de GEI⁽⁵⁰⁾. Se ha demostrado que las dietas con base en ensilaje de alta digestibilidad reducen las emisiones de los GEI en un 17 % en comparación con las dietas de menor digestibilidad. Los sistemas con pastos y leguminosas contribuyen como sumideros de carbono⁽⁵⁸⁾.

En la misma situación, la reducción del uso de maquinaria, la disminución de la intensidad de pastoreo, las buenas prácticas de abonado, un plan estricto para reducir los contaminantes en el aire y mantener una cubierta permanente de suelo para reducir la erosión eólica⁽⁴⁸⁾. Por otro lado, evitar la contaminación de las fuentes de agua y su manejo adecuado en la limpieza de los corrales, la siembra de cultivos que no requieran riego, el manejo orgánico del suelo, el uso de surcos de drenaje, la no utilización de herbicidas y el uso de bebederos móviles para el ganado son prácticas que se refieren a los principios 5 y 7 (Cuadro 2)⁽⁴⁸⁾.

Dimensión económica

En esta dimensión es necesario mantener la competitividad de las unidades de producción para hacer frente a la crisis económica⁽⁴⁸⁾.

La crisis económica actual conlleva a aplicar principios agroecológicos en la producción de ganado bovino. Los principios del Cuadro 3 se logran a través de las siguientes prácticas: mejorar los sistemas de pastoreo; producir forrajes a base de pasto y heno; mejorar el uso del estiércol; mantener la fertilidad del suelo; cambiar por razas con menor producción pero mayor adaptación local; en zonas tropicales retornar al ganado bovino de doble propósito; mantener el tamaño del hato proporcional a la superficie de la unidad de producción; reducir los insumos e inversión económica; promover productos sanos en los mercados locales y generar un ahorro económico^(5,48).

Los pequeños ganaderos pueden ser autosuficientes, marcar la diferencia en sus balances económicos y lograr un futuro sostenible, mediante la aplicación de los principios del Cuadro 3⁽³¹⁾.

El primer principio agroecológico de la dimensión económica busca disminuir o eliminar la entrada y dependencia de insumos sintéticos o manufacturados, y utilizar materiales de origen natural⁽⁵⁾.

Cuadro 3: Principios agroecológicos de la dimensión económica

Principios	Referencia
1. Disminuir o eliminar la entrada y dependencia de insumos sintéticos o manufacturados y utilizar materiales de origen natural necesarios para la producción.	(5,7,44,45)
2. Diversificar los ingresos económicos agropecuarios de los productores para construir una red transparente entre productores y consumidores, con el fin de proporcionar medios de vida dignos promoviendo mercados para vender sus productos a precios justos; así como economías y empleos locales sólidos, donde las ganancias sean para alcanzar un objetivo social y maximizar el rendimiento del capital invertido.	(7,41,43,44)

Una unidad de producción diversificada puede ser capaz de superar la crisis económica, principalmente si se disminuyen insumos como el uso de herbicidas y fertilizantes químicos, se evita la labranza del suelo y se elimina el uso de antibióticos⁽⁵⁾. Cabe señalar que al evitar estas actividades se incrementa la fertilidad del suelo, se evitan los brotes de enfermedades, se disminuyen las fluctuaciones de los precios del mercado, se fortalece la variedad de productos comercializables y se contribuye al desarrollo de un sistema ganadero rentable⁽⁴⁸⁾.

Por otro lado, las razas locales de animales permiten reducir la dependencia de insumos e incrementan la productividad, al ser razas que tienen una longevidad considerable y que son resistentes, por ser razas que están bien adaptadas a los cambios de temperatura de las zonas tropicales (es decir, elegir genotipos que resistan el estrés por el calor). Con estas características es posible evitar la producción industrializada, la dependencia de concentrados y suplementos, y disminuir las visitas de médicos veterinarios⁽¹²⁾. También se reporta que las plantas locales (pastos, cereales, árboles, etc.) son más resilientes a las alteraciones del clima y utilizan menos insumos. Además, el uso de especies de plantas locales disminuye la dependencia de variedades externas y promueve la agrobiodiversidad del sistema. Estudios realizados en sistemas silvopastoriles tropicales con plantas locales forrajeras, han demostrado que el uso de leguminosas disminuye el uso de fertilizante sintético, representando un ahorro económico para los productores^(50,55).

Otra práctica es el uso de equinos (caballos, mulas, burros) y bóvidos (ganado vacuno, bueyes, búfalos) para un control eficiente de arvenses, ayudando en el ahorro del combustible, herbicidas y mano de obra. Además, proporcionan una fertilización orgánica con su estiércol y son utilizados para carga, transporte y actividades de tracción para tirar carretas o arados⁽⁵⁾. El uso de estos animales aligera el trabajo y contribuye a la economía de la unidad de producción⁽⁵⁹⁾. La energía proporcionada por los animales representa un recurso accesible para los pequeños productores. Esta energía puede ser considerada renovable, al

ser alimentados con subproductos y residuos de cosechas, y al poder ser remplazados cuando sea necesario⁽⁶⁰⁾.

En este principio es importante impulsar la capacidad de los productores para la producción de forraje y reducción de costos, y desarrollar nuevos enfoques que ayuden a reducir su desperdicio y contaminación⁽⁶¹⁾. Cabe señalar que el forraje de pastoreo reemplaza el uso de forrajes conservados, granos costosos o importados, disminuyendo los costos de los insumos⁽⁵⁷⁾.

El pastoreo rotacional es una práctica común para reducir la dependencia de concentrados y suplementos para la alimentación del ganado bovino. Además, garantiza la ingesta de forraje de alta calidad⁽⁵⁷⁾.

Otra práctica común de pastoreo es la siembra en franjas, donde se emplean cultivos anuales y los animales avanzan hacia estos cultivos, mediante franjas asignadas conforme a la cantidad de alimento destinado en un periodo corto de tiempo, donde se optimiza la eficiencia de la alimentación⁽⁵⁷⁾.

Finalmente, la literatura sugiere reducir los gastos en recursos energéticos con la implementación de energías renovables (biogás, energía eólica, energía solar, biomasa y biocombustibles)⁽⁶²⁾. Estas energías también representan activos que pueden usarse o venderse como combustible y materiales de construcción, o para intercambiarse por otros productos⁽⁴⁹⁾.

Por otro lado, el principio 2, busca diversificar los ingresos económicos al vender sus productos a precios justos, generar economías y empleos locales sólidos, a través de la construcción de redes entre productores y consumidores, para proporcionar medios de vida dignos⁽⁵⁾.

Existe un gran interés de los consumidores sobre la leche y carne agroecológica producidos sin el uso de antibióticos y hormonas. Por lo tanto, es importante desarrollar alianzas colaborativas para la comercialización de los productos y fomentar el proceso laboral de manera artesanal^(57,61).

Una práctica que podría diversificar los ingresos económicos de las familias es aplicar el agroturismo, la conservación de la naturaleza y la educación, con opciones atractivas⁽⁶²⁾. También es necesario impulsar con incentivos económicos a las personas para motivar su retorno a las zonas rurales⁽⁶²⁾. Una forma de hacerlo es mejorando el atractivo de las zonas rurales y realizar otras actividades de desarrollo rural que beneficien a los ganaderos, directa o indirectamente⁽⁶³⁾.

En este principio la equidad de comercio, la economía social y solidaria, no pueden reducirse a simples normas y deben estar enfocados hacia un comercio justo de los productos⁽⁴³⁾.

Dimensión política

Las políticas y las prácticas agroecológicas impulsadas por los ciudadanos bajo estructuras de gobernanza son importantes para la seguridad alimentaria y la nutrición para todos⁽⁶⁴⁾. Para fortalecer estas decisiones se han establecido principios para la dimensión política, enfocados en organizaciones sociales con innovaciones y tecnologías agroecológicas⁽³⁷⁾.

El principio 1 (Cuadro 4), busca fortalecer el poder institucional entre los miembros de una organización para tomar decisiones democráticas. La gobernanza democrática habla de la importancia de un intercambio de información entre todos los actores sociales⁽⁴³⁾.

Cuadro 4: Principios agroecológicos de la dimensión política

Principios	Referencia
1. Fortalecer el poder institucional entre los miembros de una organización para tomar decisiones democráticas para mejorar, reconocer y apoyar a las familias de los agricultores como gestores sostenibles de la gobernanza de la tierra, recursos naturales y genéticos.	(43,44)
2. Fomentar la organización social y participación en la toma de decisiones con los productores y consumidores para apoyar la gestión local, jerarquizar necesidades e intereses, proponer un control de la biodiversidad y los territorios, cambiar las relaciones de poder y ofrecer nuevas estructuras de gobierno con políticas públicas de apoyo fomentando la organización social para una gestión colectiva flexible desde lo local hasta lo global (organización de agricultores, consumidores, investigadores, etc.).	(41,44)

Por otro lado, a pesar de los recientes avances en las políticas públicas para promover la seguridad alimentaria en el mundo, según el Panorama regional de seguridad alimentaria y nutricional 2021 todavía hay muchos casos de desnutrición en América Latina y el Caribe⁽⁶⁵⁾. Tan solo en un año y en el contexto de la pandemia Covid-19, el número de personas que viven con hambre aumentó 13.80 millones, alcanzando un total de 59.70 millones de personas, la cifra más alta en los últimos 20 años⁽⁶⁵⁾. Es importante que los movimientos sociales y la sociedad civil colaboren con los gobiernos para abordar la malnutrición, así como la influencia de las prioridades políticas⁽⁶⁴⁾.

Dado que los alimentos de origen animal son relativamente costosos, se deben implementar políticas para que sean más asequibles o disponibles para los pobres^(37,49).

El principio 2 fomenta la organización y participación de los principales actores para lograr una gestión colectiva desde lo local hasta lo global. Las principales acciones comunitarias para lograrlo son los procesos inclusivos, responsables y basados en el lugar; donde se comparten riesgos, recursos y responsabilidades⁽⁶⁶⁾. Los grupos organizados son un ejemplo de una buena gobernanza, donde participan múltiples partes interesadas y forman parte del proceso para tomar decisiones⁽⁶⁷⁾.

En la dimensión política existen pocas prácticas agroecológicas reconocidas. Francia ha establecido una política agroecológica en diciembre de 2012. Sin embargo, la reciente Política Agrícola Común (PAC) de la Unión Europea definida en 2014 a 2020, contempla dos pilares basados en prácticas agroecológicas: pagos directos y desarrollo rural^(7,41).

Iniciativas relevantes para transformar los sistemas ganaderos

Las múltiples crisis en las dimensiones ambiental, económica, alimentaria, energética, sanitaria y migratoria exigen una transición hacia procesos y prácticas más sostenibles en los sistemas ganaderos⁽⁶⁸⁾. El rediseño, la reactivación de los sistemas tradicionales, la difusión a nivel local de las iniciativas agroecológicas exitosas⁽⁶⁹⁾, el intercambio de saberes, la práctica y la colaboración entre los principales actores son elementos clave para promoverla⁽⁴²⁾.

En esta conversión, evolución o transformación hacia sistemas sostenibles la referencia⁽⁴⁵⁾ establece un parámetro del grado de sostenibilidad a través de los siguientes niveles: 1) incrementar la eficiencia de procesos y prácticas, reducir el consumo y uso de insumos nocivos; 2) sustituir prácticas e insumos industrializados por alternativas sostenibles; 3) rediseñar el sistema de producción para que funcione sobre las bases de un nuevo conjunto de relaciones y procesos ecológicos; y 4) cambiar de ética y de valores, y el restablecimiento de una conexión más directa entre los que cultivan la comida y quienes la consumen, con el objetivo de favorecer una cultura de sostenibilidad que tenga en cuenta las interacciones entre todos los componentes del sistema⁽⁷⁰⁾.

Para entender el grado de transición agroecológica se identificaron iniciativas recientes con base en la calidad de la información, los principios agroecológicos y elementos que contienen para su conversión a sistemas sostenibles.

Transición agroecológica de tres unidades de producción en México

Las siguientes iniciativas corresponden a intervenciones agroecológicas en unidades de producción de ganado bovino en la región del trópico mexicano.

En primer lugar, “Las Cañadas” ubicada en Huatusco, Veracruz, cooperativa que se encuentra conformada por 22 socios (as) que producen maíz, frijol, tubérculos, hortalizas, frutas, hongos, huevos, leche, quesos, y un poco de carne, para poder brindar una buena alimentación a sus familias. Su transición agroecológica inició en 1995, cuando se decidió vender el ganado de las razas *Bos Taurus* (Simmental y Suizo-Cebú) y se adquirieron bovinos de registro de la raza Jersey. Adicionalmente, se realizó la restauración ecológica de la unidad de producción dividida en dos tipos: 1) La restauración activa: sembrando 50 mil árboles endémicos de México en 60 ha con: encino (*Quercus*), nogal (*Juglans pyriformis*), liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*), piocha (*Melia azedarach*), moringa (*Moringa oleifera*), lluvia de oro (*Cassia fistula*) y haya (*Platanus mexicana*); y 2) La restauración pasiva: dejando el resto de la superficie (160 ha) sin pastoreo e intervención humana, para que la naturaleza siguiera su curso. En 2004, se sembraron bancos de forraje para corte y acarreo, para tener un uso más intensivo de la tierra y más animales por hectárea en comparación con la práctica de pastoreo. Sin embargo, el corte y acarreo incrementó el costo de mano de obra y por esta razón se dejaron de utilizar. En el 2006, se integró la cooperativa, donde la máxima autoridad es la asamblea de socios y las decisiones son tomadas por la mayoría de los votos obtenidos (un socio, un voto). Inicialmente los productos lácteos producidos eran comercializados en la Ciudad de México. Sin embargo, en 2007, la cooperativa dejó de comercializar sus productos y decide rediseñar el área destinada a la ganadería. En 2010, se implementó el sistema silvopastoril y Silvopastoreo Racional Voisin (SPRV). En este sistema no se utiliza agroquímicos, hormonas, antibióticos ni desparasitantes de síntesis química, solo se emplean métodos alternativos como homeopatía para la salud de sus animales. La cooperativa se encuentra legalmente constituida y generan alrededor de 28 empleos permanentes. Además, producen recursos naturales, aplican tecnologías que permiten consumir menos estos recursos naturales y producen el 80 % de la comida para todos los socios, además de ser el principal centro de aprendizaje sobre agroecología y permacultura en México⁽⁷¹⁾.

En segundo lugar, entre las experiencias exitosas de transición a la ganadería sostenible en México, se encuentra la unidad de producción “Ganadería la Luna”, ubicada en el poblado de La Concepción, Jilotepec, Veracruz. Antes de dedicarse a la ganadería, esta unidad de producción estaba destinada al cultivo de caña y café cereza. Los terrenos estaban degradados y compactados. Después de un monitoreo sobre la salud del suelo realizado por investigadoras del Instituto de Ecología (INECOL), se identificó una baja riqueza de especies, en particular de escarabajos del estiércol (hasta 50 % menos que las unidades de

producción de los vecinos). En 2014, se dejó de usar agroquímicos, herbicidas e ivermectinas⁽⁷²⁾.

Actualmente en esta unidad se produce ganado bovino de la raza Pardo Suizo de registro. Se aplican diferentes principios y prácticas agroecológicas como el pastoreo SPRV. Además, se ha considerado la sabiduría y aportación de todos los que trabajan en la unidad para la toma de decisiones. Uno de los principales resultados que se observaron posterior a las intervenciones agroecológicas, es que los potreros pasaron de ser monocultivos a praderas mixtas con especies nativas de leguminosas que aparecen de forma espontánea guajes (*Leucaena leucocephala*), chalahuites (*Inga edulis*) y quebracho (*Vachelia pennatula*)⁽⁷²⁾.

Por otro lado, se hicieron corredores biológicos en los potreros y zonas riparias (manantiales y riachuelos), alrededor de los riachuelos se colocó una cerca a una distancia de 4 a 5 m para evitar el paso del ganado bovino, utilizando postes vivos como palo mulato (*Bursera sp.*), izote (*Yucca sp.*) y ciruelo (*Spondias mombin*). En 2016, se obtuvo el certificado de Área Privada de Conservación (APC) otorgado por la Secretaría de Medio Ambiente y para 2018 esta unidad evolucionó a ser más biodiversa destacándose estratos de vegetación y árboles maderables⁽⁷²⁾.

Finalmente, el tercer caso corresponde a la unidad de producción “Loma Bonita”, ubicada en Ozuluama, Veracruz. Esta unidad produce ganado bovino de doble propósito de las razas Suizo, Cebú y cruza con Holstein. En 1986, esta unidad de producción aplicaba metodologías promovidas por técnicos y profesionales agropecuarios, se usaba maquinaria para preparar el suelo y se aplicaban agroquímicos, prácticas que deterioraron los recursos naturales. En 1994, Loma Bonita se integró al GGAVATT “Aguada Primera” que posteriormente logró constituirse como sociedad. En 2008, al visualizar los problemas en la unidad de producción como la deforestación, pérdida de la biodiversidad, erosión del suelo, baja rentabilidad por la dependencia de insumos externos y adaptabilidad del ganado por ser razas no aptas para la zona, se decidió cambiar la forma de producción. Se recibió capacitación y posteriormente lo primero que se adquirió fue un kilo de lombriz roja californiana (*Eisenia fétida*) con la finalidad obtener humus sólido y líquido para mejorar la estructura y nutrientes del suelo. En el 2009, nació el interés por hacer un huerto y se tomó el curso “La hortaliza familiar orgánica” y en 2010 se realizaron intervenciones agroecológicas en su sistema. Dentro de las principales intervenciones se tiene el sistema silvopastoril con *Leucaena leucocephala*, el SPRV, la cero labranza del suelo y la disminución de agroquímicos, hormonas, antibióticos y alimentos balanceados para el ganado. Se reforestó un área de aproximadamente 30 ha con árboles y arbustos de interés para la unidad. En 2016, se aumentó la carga animal por ha de 1 a 1.50 unidades de ganado mayor (UGM). En 2017, se logró una carga animal de 1.70 UGM, y una producción de 1,442 L de leche y 92 kg por ha, producción basada en pastos con un mínimo suministro de concentrado. Además, entre los beneficios ambientales se tiene que el SPRV ha permitido

que los escarabajos estercoleros y lombrices se reproduzcan notablemente, por tener un medio de materia orgánica inocua como alimento. El proceso de transición agroecológica en esta unidad de producción, donde los periodos de sequía son prolongados, ha permitido que la producción de ganado bovino y otros productos no se vea tan afectado. Sin embargo, sigue siendo un reto mantener la estabilidad durante cada periodo de sequía. Esta iniciativa busca que la ganadería perdure en el tiempo, brinde bienestar y confort para los animales y sea el sustento inagotable para la familia que de ella dependen, al buscar la mejor calidad de vida para las personas y ofrecer productos que sean ecológicamente sanos⁽⁷³⁾.

Transición agroecológica de tres iniciativas de sistemas agroforestales en Brasil

Las siguientes tres iniciativas corresponden a intervenciones en sistemas forestales.

En primer lugar, la iniciativa “Fazenda da Toca Orgânicos” surgió durante la búsqueda de una mejor rentabilidad económica de la producción de monocultivos de naranja, bajo el modelo de Revolución Verde. Esta unidad de producción se encuentra ubicada entre bosques nativos, pueblos y parcelas de investigación del Instituto Toca, y es propiedad de la familia Diniz. En la iniciativa Fazenda se realizan actividades agroforestales a gran escala con la finalidad de regenerar el suelo, cultivar de manera saludable, fomentar la comercialización y promover una mayor sostenibilidad y rentabilidad. La iniciativa Fazenda busca replicar las estrategias de éxito sobre el cultivo de especies nativas, como una base para promover el manejo forestal sostenible y obtener alimentos más saludables sin abandonar la eficiencia financiera, es decir, trabajar con sistemas agroforestales bajo una visión agroecológica para la producción a gran escala de frutas y huevos⁽⁷⁴⁾.

Por otro lado, la iniciativa “Asentamiento Mário Lago” surgió en la región de Ribeirão Preto, por un movimiento rural sin tierra, donde los integrantes del Movimiento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST) fueron desplazados de sus tierras por la agroindustria, utilizando las tierras y los recursos naturales más fértiles, obligándolos a migrar a las ciudades. Después de largos procesos judiciales contra el propietario de la agroindustria, la tierra fue expropiada para su asentamiento por una agencia federal, el Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). Este contexto agroindustrial fue convertido en una oportunidad por el MST. La agroindustria de caña de azúcar deforestó y utilizó muchos productos químicos que degradaron el suelo y el acuífero Guaraní. Esos problemas ambientales promovieron un Plan de Desarrollo Sostenible para recuperar el papel de la tierra en la recarga del acuífero, como se detalla en un acuerdo federal con el asentamiento. Bajo otro contrato estatal, se decidió que el 35 % del área del asentamiento debe estar protegida como Reserva Legal, con el fin de restaurar la agrosilvicultura en Áreas de Conservación Permanente y utilizar al menos el 15 % de la superficie en Sistemas Agroforestales Agroecológicos. Este contrato prohíbe el

uso de agroquímicos, con la finalidad de mitigar los efectos agroindustriales de los propietarios anteriores. Para fortalecer la iniciativa se promovió un espacio de formación y educación profesional, con la finalidad de desarrollar conocimientos para abordar diversas dificultades relacionadas con los agroinsumos, escasez de agua, préstamos financieros, etc. Además, la iniciativa Mario Lago ha gestionado apoyo estatal para alimentos escolares, asistencia técnica para cultivo, precios, transporte, y seguridad social mediante el Plan de Desarrollo Sostenible, construyendo así una organización horizontal, aunque la producción agrícola ayuda a satisfacer las necesidades alimentarias de todos los integrantes de la iniciativa. Esta iniciativa pretende “estimular una relación directa entre productor y consumidor final” y para lograrlo obtuvieron la certificación orgánica a través de la Organização de Controle Social (OCS), mediante una autorización oficial del Sistema Participativo de Garantía como alternativa a las certificaciones orgánicas costosas. Entre 2016 y 2017, promovieron las cajas de alimentos semanales que generaron ingresos económicos. La iniciativa ha incorporado conocimientos científicos y busca difundir más la agroecología, los sistemas agroforestales, agroecología y agricultura regenerativa. Sus pilares incluyen: planificación participativa, cultivo, monitoreo, evaluación y capacitación. Dado el alto costo de la tecnología de riego por goteo, se diseñan sistemas con plantas nativas que se adaptan y proporcionan mayor productividad⁽⁷⁴⁾.

Finalmente, la iniciativa “Fórum de Comunidades Tradicionais” (FCT) surgió en respuesta a amenazas de los proyectos de construcción de residencias para el turismo en esta zona. Dichos proyectos ponen en peligro los modos de vida tradicionales. La iniciativa reunió tres comunidades: Quilombolas (descendientes de esclavos fugitivos), Indígenas y Caiçaras (nombre de origen indígena para los habitantes de la costa, a menudo dedicados a la agricultura o la pesca). FCT busca mantener, proteger y regenerar su territorio, exigiendo justicia socioambiental y mayor visibilidad pública para su cultura y modo de vida. La FCT promovió formas comunitarias de conservación de la naturaleza, agroforestería y defensa política de su territorio, además, ha desarrollado Sistemas Agroforestales dentro del bosque costero con la finalidad de vincular la forma de vida con la conservación ambiental. Esta iniciativa se inspira en tradiciones agroforestales y el diálogo de nuevas formas de conocimiento. Su producción se comercializa colectivamente, por ejemplo, en instituciones escolares, ferias públicas y diversos mercados regionales. Las tres comunidades de la FCT han diseñado un turismo comunitario, “un turismo basado en la gestión comunitaria y la valorización del conocimiento local”. Los ingresos son compartidos equitativamente por todos los miembros de cada equipo de trabajo. Para estas formas novedosas de producción, la FCT ha promovido un diálogo entre los conocimientos tradicionales y los nuevos conocimientos de las ONG, universidades y científicos, especialmente a través de programas de apoyo estatal y de la Fundación Oswaldo Cruz. En una zona costera, la FCT ha adaptado métodos de permacultura como una tecnología social para la producción ecológica, predominando su enfoque de investigación-acción en la mejora los beneficios sociales,

expresando que “con una perspectiva socioambiental, son una incubadora de tecnología social, que están implementando prácticas agroecológicas a mayor escala”⁽⁷⁴⁾.

Transición agroecológica de la unidad de producción “Hereafter the farm” en Suecia

La unidad de producción “Hereafter the farm” está ubicada en el centro-este de Suecia, produce carne de res y cultivos para alimentos, piensos y biocombustibles. Antes de la transición agroecológica, esta unidad de producción a gran escala alimentaba 1,200 novillos con piensos comprados y cultivos para ensilaje bajo un uso intensivo de fertilizantes y pesticidas químicos. En 2017, la ganadería en la unidad de producción aportó 6.20 millones de kg de CO₂e, que se disminuyó a 1.90 millones de kg en 2020. Los valores presentados se refieren a indicadores propios del sistema. En 2018, comenzó su transición eliminando la compra de becerros para solo tener vacas que eran alimentadas con pastos y ensilaje, producidos en la misma unidad de producción mediante la rotación de cultivos y el uso de fertilizantes orgánicos. Como beneficio se registró un aumento de la biodiversidad de 43 % a 66 % y el bienestar animal de 59 % a 84 %. Además, se logró una mejor calidad de los productos del 34 % al 83 %. Se eliminaron los plaguicidas y se obtuvo la certificación orgánica, que permitió aumentar el número de clientes interesados en la calidad del producto. También se disminuyó el uso de fertilizantes nitrogenados de 400 kg del total N/ha a 300 kg. Esta transición agroecológica redujo el impacto climático de la producción bovina aproximadamente un 70 %. En 2019, esta unidad fue seleccionada para participar en el proyecto “Entendiendo y Mejorando la Sostenibilidad de la Agroecología” (Understanding and Improving the Sustainability of agro-ecological: UNISECO), y con su participación logró una mayor transición de la producción convencional e intensiva de carne, a una más sostenible, y fue así como dejó de depender de los insumos externos, logrando fortalecer la relación entre comprador y vendedor, y comercializando sus productos de una manera más equitativa. Los cambios sustanciales ocurrieron en 2020, al cambiar el tipo y cantidad de insumos usados. Se criaron 350 novillas con pastos seminaturales y ensilaje, eliminando así totalmente la necesidad de concentrados externos. Al reducir su producción bajaron los costos de facturación anual y pago del personal. Sin embargo, la unidad de producción aún se encuentra muy orientada al mercado, duplicando el número de compradores de sus productos. Además, la estrategia de “menos carne, pero mejor” es una contribución importante para comprender el concepto de carne sostenible. Su transición agroecológica depende de los recursos locales y de la gestión que lleva a cabo de manera más integrada. Sin embargo, las prácticas agroecológicas implementadas en los cultivos son en su mayoría “débiles”, mientras que la producción de carne se basa en prácticas agroecológicas “fuertes”, siendo importante depender únicamente del forraje disponible y realizar un ajuste de carga animal en relación con la disponibilidad de pastos naturales disponibles⁽⁷⁵⁾.

Conclusiones

Se ha identificado que los principios y prácticas agroecológicas son universales y no se rigen por normas, por lo que pueden ser aplicados y adaptados a la ganadería bovina para transitar a sistemas de producción sostenible. Además, se encontró que los principios y prácticas pueden ser adaptados a diversas zonas climáticas (templadas, tropicales u otras) y reducir el impacto que la crisis civilizatoria ha generado en la ganadería bovina, por lo que su aplicación contribuye en lograr que la producción de leche y carne tenga un bajo impacto al medio ambiente, garantice autosuficiencia alimentaria y promueva la comercialización justa de productos lácteos y cárnicos de calidad.

Una estrategia clave para la transición de los sistemas de producción de leche y carne sostenible es aplicar los principios y prácticas agroecológicas de acuerdo con el nivel, cantidad y calidad de los recursos de cada dimensión (ambiental, económica, sociocultural y política), para que permitan de manera escalonada evaluar el impacto de las intervenciones agroecológicas en diversos periodos de tiempo y determinar el nivel de sostenibilidad.

En términos generales, de acuerdo con el análisis llevado a cabo en este documento, los principales principios de conversión que deben aplicarse en las unidades de producción de ganado bovino que busquen iniciar una transición a la sostenibilidad son: el manejo orgánico del suelo y la diversificación de cultivos.

El impacto que la crisis civilizatoria ha tenido sobre la producción de leche y carne ha afectado a los productores de manera directa, por lo que han estado dispuestos a cambiar su enfoque en la manera de producir. Esto se ha observado en las iniciativas analizadas en este documento, en donde el principal objetivo de los productores es mantener los niveles de producción de leche y carne con el menor número de insumos posibles y con un bajo impacto al medio ambiente, logrando además formar comunidades de trabajo e intercambio de conocimiento.

En las iniciativas de transición analizadas en este documento se observó una importante aplicación de los principios y prácticas agroecológicas, donde la disminución del uso de agroquímicos e insumos es una de las principales prácticas aplicadas. Además, la mejora de los sistemas de pastoreo y la restauración ecológica han sido fundamentales. Por otro lado, el rediseño de sus unidades de producción tomando en cuenta los corredores biológicos y la selección de plantas y animales locales han sido de vital importancia. Finalmente, en todas las iniciativas ha existido vinculación entre productores e investigadores, así como una organización para la planificación y comercialización de productos. Esto último ha marcado diferencia con respecto a otros enfoques que buscan la transición a la sostenibilidad.

La aplicación apropiada de las prácticas agroecológicas depende en mayor medida de la disposición, motivación y empoderamiento de las y los productores de ganado bovino. De esta forma, difundir, expandir y aplicar la agroecología ha demostrado enfrentar la problemática que ha afectado a diversas unidades de producción de alimentos.

Agradecimientos

Los autores agradecen al CONACYT por la beca de investigación otorgada al primer autor para realizar sus estudios de posgrado.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Literatura citada:

1. Agus A, Widi TSM. Current situation and future prospects for beef cattle production in Indonesia-A review. *Asian-Australas J Anim Sci* 2018;31(7):976-983.
2. Halffter G, Cruz M, Huerta C. *Ganadería Sustentable en el Golfo de México*. 1ª ed. México: Editorial del Instituto de Ecología AC; 2018.
3. Feo IO, Rodrigues AM, Saavedra F, Quintana J, Alcalá P. Crisis civilizatoria: impactos sobre la salud y la vida. En VI Dossier de Salud Internacional Sur. Maracay, Venezuela: Ediciones GT Salud Internacional CLACSO; 2020.
4. Bartra A. Crisis civilizatoria. En: Ornelas BR, *et al*, editores. *Crisis civilizatoria y superación del capitalismo*. 1ª ed. México: UNAM; 2013:25-69.
5. Dumont B, Fortun-Lamothe L, Jouven M, Thomas M, Tichit M. Prospects from agroecology and industrial ecology for animal production in the 21st century. *Animal* 2013;7(6):1028-1043.
6. Sarandón SJ, Flores CC. La agroecología: el enfoque necesario para una agricultura sustentable. En: Sarandón SJ, Flores CC editores. *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas Sustentables*. 1ª ed. Buenos Aires, Argentina: Universidad de La Plata; 2014:42-69.
7. Migliorini P, Wezel A. Converging and diverging principles and practices of organic agriculture regulations and agroecology. A review. *Agron Sustain Dev* 2017;37(6):1-18.
8. Nicholls CI, Altieri MA, Kobayashi M, Tamura N, McGreevy S, Hitaka K. Assessing the agroecological status of a farm: a principle-based assessment tool for farmers. *Agro Sur* 2020;48(2):29-41.

9. Gazzano I, Achkar M, Apezteguía E, Ariza J, Gómez PA, Pivel J. Ambiente y crisis en Uruguay: La agroecología como construcción contrahegemónica. *Rev Cienc Soc* 2021;34(48):13-40.
10. Gebska M, Grontkowska A, Swiderek W, Golebiewska B. Farmer awareness and implementation of sustainable agriculture practices in different types of farms in Poland. *Sustainability* 2020;12(19):8022.
11. Morales HJ. Cambio climático y construcción de alternativas: hacia una agricultura sustentable para enfriar el planeta. *Obs Desarrollo* 2013;2(7):51-57.
12. Alexandre G, Rodríguez L, Arece J, Delgadillo J, Wayne García G, Habermeier K, *et al.* Agroecological practices to support tropical livestock farming systems: a Caribbean and Latin American perspective. *Trop Anim Health Prod* 2021;53(1):1-13.
13. Valdivieso PIA, Nahed TJ, Piñeiro VAT, Guevara HF, Jiménez FG, Grande CD. Potential for organic conversion and energy efficiency of conventional livestock production in a humid tropical region of Mexico. *J Clean Prod* 2019;241:118-354.
14. Aguilar-Jiménez JR, Nahed-Toral J, Parra-Vázquez MR, Guevara-Hernández F, Pat-Fernández LA. Adaptability of cattle-raising to multiple stressors in the dry tropics of Chiapas, Mexico. *Sustainability* 2019;11(7):1955.
15. Escribano AJ. Organic feed: A bottleneck for the development of the livestock sector and its transition to sustainability. *Sustainability* 2018;10(7):2393.
16. Godfray HCJ, Aveyard P, Garnett T, Hall JW, Key TJ, Lorimer J, *et al.* Meat consumption, health, and the environment. *Science* 2018;361(243):1-11.
17. SELA. Acabar con el hambre y la malnutrición es una prioridad máxima para el Caribe. 2015. <http://www.sela.org/es/prensa/servicio-informativo/20150226/si/20179/fao-acabar-con-el-hambre-y-la-malnutricion-es-una-prioridad-maxima-para-el-caribe>. Consultado 9 Abr, 2022.
18. Erazo CMR. Consumo de energía no renovable y emisión de CO₂ en un país en vías de desarrollo. *RUS* 2022;14(1):111-112.
19. Jackson RD. Grazed perennial grasslands can match current beef production while contributing to climate mitigation and adaptation. *Agric Environ Lett* 2022;7(1):1-7.
20. Meyer S, Kundel D, Birkhofer K, Fliessbach A, Scheu S. Soil microarthropods respond differently to simulated drought in organic and conventional farming systems. *Ecol Evol* 2021;11(15):10369-10380.

21. Steinfeld H, Gerber P, Wassenaar T, Castel V, Rosales M, Haan CD. El papel del ganado en la contaminación y el agotamiento del agua. En: Steinfeld H, *et al*, editores. La larga sombra del ganado. Problemas ambientales y opciones. 2ª ed. Roma, Italia: FAO; 2009:141-202.
22. OMS. Residuos de plaguicidas en los alimentos. 2018. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/pesticide-residues-in-food>. Consultado 6 Abr, 2022.
23. Buijs J, Ragas A, Mantingh M. Presence of pesticides and biocides at Dutch cattle farms participating in bird protection programs and potential impacts on entomofauna. *Sci Total Environ* 2022;838(3):156-378.
24. Márquez LD. Residuos químicos en alimentos de origen animal: problemas y desafíos para la inocuidad alimentaria en Colombia. *Corpoica Cienc Tecnol Agropecu* 2008;9(1):124-135.
25. USDA. Agricultural chemical use survey, Soybeans. 2020. https://www.nass.usda.gov/Surveys/Guide_to_NASS_Surveys/Chemical_Use/2020_Soybeans/soybean-chem-highlights.pdf. Accessed Abr 12, 2022.
26. Ergueta D, Garrido L, Pernas S, Carbajo E, Martínez B. Repercusiones sociales y ambientales de la soja transgénica en la alimentación industrial del ganado. *Rev Complut Cienc Vet* 2009;3(2):293-298.
27. USDA. Mexico: Mexico Publishes Decree to Ban Glyphosate and GE Corn. 2021. <https://www.fas.usda.gov/data/mexico-mexico-publishes-decree-ban-glyphosate-and-ge-corn>. Accessed Abr 12, 2022.
28. Cardoso AS, Barbero RP, Romanzini EP, Teobaldo RW, Ongaratto F, Fernandes MHMR, *et al*. Intensification: a key strategy to achieve great animal and environmental beef cattle production sustainability in *Brachiaria* grasslands. *Sustainability* 2020;12(16):6656.
29. Estermann J. Crisis civilizatoria y vivir bien. Una crítica filosófica del modelo capitalista desde el allin kawsay/suma qamaña andino. *Polis. Rev Latinoamericana* 2012;11(33):149-174.
30. Altieri MA. El estado del arte de la agroecología: Revisando avances y desafíos. En: Altieri MA editor. *Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones*. 1ª ed. Medellín, Colombia: SOCLA; 2009:69-71.
31. Rosset P, Altieri M. *Agroecología Ciencia y Política*. 3ª ed. Ecuador: SOCLA; 2018.
32. Gliessman SR. Transforming food and agriculture systems with agroecology. *Agric Human Values* 2020;37:547-548.

33. Sevilla GE. Sobre los orígenes de la agroecología en el pensamiento marxista y libertario, Bolivia. 1ª ed. La Paz, Bolivia: AGRUCO/Plural editores/CDE/NCCR; 2011.
34. Toledo VM. La Agroecología en Latinoamérica: tres revoluciones, una misma transformación. *Agroecología* 2012;6:37-46.
35. Altieri MA, Nicholls CI. Agroecology and the reconstruction of a post Covid-19 agriculture. *J Peasant Stud* 2020;47(5):881-898.
36. FAO. Reflexiones sobre el sistema alimentario y perspectivas para alcanzar su sostenibilidad en América Latina y el Caribe. 2017. <https://www.fao.org/publications/card/es/c/29f52e52-29fb-4c4d-92df-81f53ab4b979/>. Consultado 19 Abr, 2022.
37. Casimiro RL, Casimiro GJA. How to make prosperous and sustainable family farming in Cuba a reality. *Elem Sci Anth* 2018;6(77):1-15.
38. Nicholls CI, Altieri MA, Vazquez L. Agroecology: principles for the conversion and redesign of farming systems. *J Ecosystem Ecology* 2016;S5(1):1-9.
39. Wezel A, Casagrande M, Celette F, Vian JF, Ferrer A, Peigné J. Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. *Agron Sustain Dev* 2014;34(1):1-20.
40. Sánchez-Romero R, Balvanera P, Castillo A, Mora F, García-Barríos LE, González-Esquivel CE. Management strategies, silvopastoral practices and socioecological drivers in traditional livestock systems in tropical dry forests: An integrated analysis. *For Ecol Management* 2021;479:118-506.
41. CIDSE. Los Principios de agroecología hacia sistemas alimentarios justos, resilientes y sostenibles. https://www.manosunidas.org/sites/default/files/imce/noticias/es_los_principios_de_la_agroecologia_cidse_2018.pdf. Consultado May 7, 2021.
42. Padel S, Levidow L, Pearce B. UK farmers' transition pathways towards agroecological farm redesign: evaluating explanatory models. *Agroecol Sustain Food Syst* 2020;44(2):139-163.
43. Dumont AM, Vanloqueren G, Stassart PM, Baret PV. Clarifying the socio-economic dimensions of agroecology: Between principles and practices. *Agroecol Sustain Food Syst* 2016;40(1):24-47.
44. Wezel A, Herren BG, Kerr RB, Barríos E, Gonçalves ALR, Sinclair F. Agroecological principles and elements and their implications for transitioning to sustainable food systems. A review. *Agron Sustain Dev* 2020;40(6):1-13.

45. Gliessman SR, Rosado-May FJ, Guadarrama-Zugasti C, Jedlicka J, Cohn A, Mendez VE, *et al.* Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. *Ecosistemas* 2007;16(1):13-23.
46. Levidow L, Sansolo D, Schiavinatto M. Agroecological innovation constructing sacionatural order for social transformation: two case studies in Brazil. *Tapuya: Lat Am Sci Technol Soc* 2021;4(1):1-30.
47. Lopes FE, Alves BR, Dias BP. Women working in animal husbandry: a study in the agroecological transition context. *Ciência Rural* 2020;50(1):1-9.
48. Cammarata M, Timpanaro G, Scuderi A. Assessing Sustainability of Organic Livestock Farming in Sicily: A Case Study Using the FAO SAFA Framework. *Agriculture* 2021;11(3):274.
49. Varijakshapanicker P, Mckune S, Miller L, Hendrickx S, Balehegn M, Dahl GE, *et al.* Sustainable livestock systems to improve human health, nutrition, and economic status. *Anim Front* 2019;9(4):39-50.
50. Gislón G, Ferrero F, Bava L, Borreani G, Dal Prá A, Pacchioli MT, *et al.* Forage systems and sustainability of milk production: Feed efficiency, environmental impacts and soil carbon stocks. *J Clean Prod* 2020;260:121012.
51. Jiménez FG, Alayón GJA, Nahed-Toral J, Villanueva LG. Agroforestería y ganado: Una antigua y estratégica amistad. *La jornada del Campo* 2020;(159):3.
52. Monterroso-Rivas AI, López-Teloxa LC. La función de la agroforestería en la mitigación y adaptación al cambio climático en México. En: Palma GJM, *et al.*, editores. *Tecnologías agroforestales para la adaptación y mitigación al cambio climático. Opciones y perspectivas*. 1ª ed. México: Universidad de Colima; 2022:16-20.
53. Alayon-Gamboa JA, Jiménez-Ferrer G, Nahed-Toral J, Villanueva-López G. Estrategias silvopastoriles para mitigar efectos del cambio climático en sistemas ganaderos del sur de México. *Agroproductividad* 2016; 9(9):10-15.
54. Vite CC, Palma GJM, Cortés DE, Martínez HPA, Pérez HP. Importancia de accesiones nativas de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit para la adaptación y mitigación al cambio climático. En: Palma GJM, *et al.*, editores. *Tecnologías agroforestales para la adaptación y mitigación al cambio climático. Opciones y Perspectivas*. 1ª ed. México: Universidad de Colima; 2022:261-262.
55. de Oliveira RL, Dias MM, Kohmann MM, Guedes PLF, Cullen JL, de Zen S, *et al.* Silvopastoral management of beef cattle production for neutralizing the environmental impact of enteric methane emission. *Agrofor Syst* 2020;94:893-903.

56. Helliwell R, Morris C, Raman S. Antibiotic stewardship and its implications for agricultural animal-human relationships: Insights from an intensive dairy farm in England. *J Rural Stud* 2020;78:447-456.
57. Hafla AN, MacAdam JW, Soder KJ. Sustainability of USA organic beef and dairy production systems: Soil, plant and cattle interactions. *Sustainability* 2013;5(7):3009-3034.
58. Zu Ermgassen EK, Alcântara MPD, Balmford A, Barioni L, Neto FB, Bettarello MMF, *et al.* Results from on-the-ground efforts to promote sustainable cattle ranching in the Brazilian Amazon. *Sustainability* 2018;10(4):1301.
59. Mota-Rojas D, Braghieri A, Álvarez-Macías A, Serrapica F, Ramírez-Bribiesca E, Cruz-Monterrosa R, *et al.* The use of draught animals in rural labour. *Animals* 2021;11(2683):1-17.
60. Maldonado GJ. Saberes tradicionales y transición agroecológica en la Mixteca Poblana. *Carta Económica Regional* 2021;34(128):127-150.
61. Van der Ploeg JD, Barjolle D, Bruil J, Brunori G, Madureira LMC, Dessein J, *et al.* The economic potential of agroecology: Empirical evidence from Europe. *J Rural Stud* 2019;71:46-61.
62. Funes-Monzote FR, Monzote M, Lantinga EA, Keulen H. Conversion of specialized dairy farming systems into sustainable mixed farming systems in Cuba. *Environ Dev Sustain* 2009;11:765-783.
63. Swagemakers P, Dominguez GMD, Onofa TA, Oostindie H, Groot JCJ. A values-based approach to exploring synergies between livestock farming and landscape conservation in Galicia (Spain). *Sustainability* 2017;9(11):1987.
64. HLPE. Enfoques agroecológicos y otros enfoques innovadores en favor de la sostenibilidad de la agricultura y los sistemas alimentarios que mejoran la seguridad alimentaria y la nutrición. 2019. https://www.fao.org/fileadmin/templates/cfs/HLPE/reports/HLPE_Report_14_ES.pdf. Consultado 4 Abr, 2021.
65. FAO. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. <https://www.fao.org/americas/publicaciones-audio-video/panorama/2021/es/>. Consultado 10 Abr, 2022.
66. Utter A, White A, Méndez VE, Morris K. Co-creation of knowledge in agroecology. *Elem Sci Anth* 2021;9(1):1-16.

67. Wilkes J. Reconnecting with nature through good governance: inclusive policy across scales. *Agriculture* 2022;12(382):1-14.
68. Cayre P, Michaud A, Theau JP, Rigolot C. The coexistence of multiple worldviews in livestock farming drives agroecological transition. A case study in French protected designation of origin (PDO) Cheese Mountain Areas. *Sustainability* 2018;10(1097):1-13.
69. Nicholls CI, Altieri MA. Pathways for the amplification of agroecology. *Agroecol Sustain Food Syst* 2018;42(10):1170-1193.
70. Guzmán GI, López D, Román L, Alonso AM. Investigación acción participativa en agroecología: construyendo el sistema agroalimentario ecológico en España. *Agroecología* 2013;8(2):89-100.
71. Romero GR. Ganadería Agroecológica en una zona de bosque de niebla. En: Halffter G, Cruz M, Huerta C editores. *Ganadería sustentable en el Golfo de México*. 1ª ed. México: Editorial del Instituto de Ecología AC.; 2018:345-367.
72. Caraza SL. Sistema racional con silvopastoreo: Ganadería La Luna, un enfoque práctico. En: Halffter G, *et al*, editores. *Ganadería Sustentable en el Golfo de México*. 1ª ed. México: Editorial del Instituto de Ecología AC. 2018:319-338.
73. Del Ángel JJA. La historia de un ganadero en la zona norte del estado de Veracruz. En: Halffter G, *et al*, editores. *Ganadería sustentable en el Golfo de México*. 1ª ed. México: Editorial del Instituto de Ecología AC. 2018:339-343.
74. Levidow L, Sansolo D, Schiavinatto M. Agroecological practices as territorial development: an analytical schema from Brazilian case studies. *J Peasant Stud* 2019;48(4):827-852.
75. Resare SK, Carolus J, von Greyerz K, Ekqvist I, Rööös E. Delivering “less but better” meat in practice a case study of a farm in agroecological transition. *Agron Sustain Dev* 2022;42(24):1-17.