

MATERIAL DE FORMACIÓN

MÓDULO 3

AGRICULTURA PARA O FUTURO: ANIMAIS EM AGROECOSSISTEMAS – O PAPEL DOS ANIMAIS NA REGENERAÇÃO DO SOLO E NA SUSTENTABILIDADE



TÍTULO

Material de Formación BalkansGrow - Módulo 3: “Agricultura para el Futuro: Animales en los Agroecosistemas – El papel de los animales en la regeneración del suelo y la sostenibilidad”

COORDINACIÓN DEL PROYECTO ERASMUS+ BALKANSGROW

Univerza v Mariboru

EDICIÓN Y COORDINACIÓN DEL DOCUMENTO

Associació Cultural CRESOL

AUTORES

Isis Torales (Associació Cultural CRESOL)

José Segarra (Associació Cultural CRESOL)

Imane Ouadi (Associació Cultural CRESOL)

REVISIÓN

Marina Tosheska (LAG AGRO LIDER)

Gjorgjija Gagaleski (LAG AGRO LIDER)

Ivan Marković (CSO, Centre for Vocational Education)

Milica Jaramaz (CSO, Centre for Vocational Education)

Bojana Vasić (FOV, UM)

Zorana Markovic (CRNVO)

Petar Knežević (CRNVO)

FECHA DE EDICIÓN

Junio de 2026

FINANCIACIÓN

Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA), Programa Erasmus+, Unión Europea

Proyecto	Green Resilient Organic Wisdom
Acrónimo	BALKANSGROW
Proyecto N.º	101242707
Acción clave	ERASMUS-EDU-2025-CB-VET (Capacitación en el ámbito de la Formación Profesional (VET))
Copyright 	© Socios del Consorcio BALKANSGROW, 2026. Este entregable es de código abierto y contiene trabajo original e inédito, salvo donde se indique claramente lo contrario. El reconocimiento de material previamente publicado y del trabajo de otras personas se ha realizado mediante la citación oportuna, ya sea mediante referencia, cita o ambas. Se autoriza la reproducción siempre que se reconozca la fuente.
 Co-funded by the European Union	Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son únicamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.



CONTENIDO

Este material formativo forma parte de un manual compuesto por seis módulos desarrollado en el marco del Proyecto BalkansGrow. Funciona como una guía práctica destinada a apoyar a profesionales y educadores en la enseñanza de la agricultura sostenible. Este módulo en concreto aborda los siguientes temas:

1. Introducción	3
2. Agricultura del Futuro: Los Animales en los Agroecosistema	5
2.1. Conceptos clave	5
2.2. Situación actual y Desafíos	7
2.3. Buenas Prácticas y Metodologías	8
2.4. Estudios de Caso	11
2.4.1. El Modelo Agro-Silvo-Pastoral Mediterráneo Integrado (España)	11
2.4.2. El Proyecto de Pastoreo Sostenible de los Tres Ríos (China)	13
2.4.3. Gestión de Residuos Ganaderos (China, Tailandia y Viet Nam)	14
2.5. Herramientas y Recursos Útiles	15
2.6. Actividades Prácticas	18
2.6.1. Simulación de Diseño de Potreros y Periodos de Recuperación	18
2.6.2. Valorización del Estiércol: De Residuo a Enmienda	19
2.6.3. Diseñando el “Corredor Vivo”: Sinergia Silvopastoral	20
3. Conclusión	22
4. Glosario	24
Referencias	27
Anexos	29
1. Flujo de servicios ecosistémicos	29
2. Gestión biológica del estiércol	30



1. Introducción

El propósito central de este módulo es redefinir de forma profunda el papel del ganado dentro del paisaje agrícola, pasando de un modelo que considera a los animales como unidades de producción aisladas a otro en que se utilizan como catalizadores biológicos activos para la restauración de los ecosistemas. Según la Asociación de Agricultura Regenerativa Ibérica & CREAM (2026), los animales no son simplemente mercancías, sino herramientas esenciales para aumentar la fertilidad y la resiliencia del suelo. Esta unidad avanza más allá de las interacciones planta-suelo tratadas en módulos anteriores para explorar cómo los animales, a través de su movimiento y deyecciones, impulsan los ciclos de nutrientes y de carbono que caracterizan a un agroecosistema verdaderamente regenerativo.

Este módulo aborda el desafío de la fragmentación biofísica dentro de la finca. Basándose en el concepto de “síndrome de silos” introducido en el Módulo 2, esta unidad analiza específicamente cómo la separación excesiva entre cultivos y ganado ha convertido un recurso de fertilidad esencial —el estiércol animal— en un importante contaminante ambiental y un problema de gestión de residuos. Como señalan Thornton et al. (2018), los sistemas mixtos cultivo-ganado constituyen la columna vertebral de la producción campesina a nivel mundial, pero a menudo están mal gestionados, lo que conduce al sobrepastoreo y a la compactación del suelo. Al reintegrar a los animales mediante un manejo regenerativo, los productores pueden cerrar los ciclos de nutrientes, sustituyendo de manera efectiva los costosos fertilizantes derivados de combustibles fósiles por fertilidad biológica interna.

Al finalizar este módulo, el formador habrá adquirido los conocimientos y habilidades técnicas específicas para:

- Implementar sistemas de pastoreo planificado: dominar modelos como el *Holistic Management* o el Pastoreo Racional Voisin, que utilizan alta densidad animal durante períodos cortos seguida de largos tiempos de recuperación para asegurar que las plantas dispongan de suficientes reservas radicales para rebrotar con vigor.
- Optimizar el ciclo de nutrientes: utilizar el ganado para manejar cultivos de cobertura y devolver materia orgánica directamente al suelo mediante el



estiércol, que según Thornton et al. (2018) aporta el 15% del nitrógeno utilizado en la producción agrícola mundial.

- Gestionar el impacto animal como herramienta de restauración: aprender cómo el “impacto animal” dirigido —el pisoteo y la estimulación biológica de la superficie del suelo— puede romper costras, aumentar la infiltración de agua y acelerar la humificación de los residuos orgánicos.

En el contexto de la agricultura sostenible, este módulo sitúa la gestión ganadera como un vehículo central tanto para la mitigación climática —mediante el secuestro de carbono en el suelo— como para la adaptación —mediante la construcción de pastizales más resilientes. Para la región de los Balcanes, estos sistemas integrados constituyen una prioridad estratégica. La topografía montañosa y las fuertes pendientes hacen que, con frecuencia, la agricultura mecanizada sea económicamente y ecológicamente inviable, lo que ha provocado un abandono rural generalizado. Este módulo muestra cómo los sistemas ganaderos regenerativos pueden revitalizar estas zonas altas abandonadas, transformándolas en sumideros de carbono productivos que protegen el ciclo hídrico regional.

Al final, el Módulo 3 actúa como el motor biológico de la serie formativa BalkansGrow. Se construye directamente sobre los fundamentos suelo-clima establecidos en el Módulo 2 (Farming Better: Soil, Climate, and Plants) al introducir al animal como el eslabón faltante que acelera la regeneración del suelo. Este módulo aporta los resultados biofísicos —como carne y leche ricas en nutrientes y tierras restauradas— que se integrarán en las cadenas de valor sostenibles exploradas en el Módulo 4 (Holistic Management: Transitioning Supply Chains) y en la profesionalización más amplia del sector tratada en el Módulo 5 (Digital Marketing) y el Módulo 6 (Management in the Agri-sector).



2. Agricultura del Futuro: Los Animales en los Agroecosistema

2.1. Conceptos clave

La base técnica para integrar animales en los agroecosistemas se fundamenta en un cambio esencial: dejar de ver al ganado como unidades de producción aisladas y comenzar a utilizarlos como los principales impulsores de la fertilidad biológica interna. Según Thornton et al. (2018), el marco más sólido para esta integración es el sistema mixto cultivo-ganado, definido como aquellas explotaciones donde más del 10 por ciento de la materia seca consumida por los animales proviene de subproductos agrícolas o donde más del 10 por ciento del valor total de la producción procede de actividades no ganaderas. Dentro de este marco, la base teórica de la sostenibilidad es la sinergia entre los ciclos de nutrientes y de carbono, que permite resolver la fragmentación biofísica típica de la agricultura convencional. Como señala la FAO (2014), cuando cultivos y ganado se gestionan por separado, el sistema cae en un “síndrome de silos” donde la agricultura especializada agota los nutrientes del suelo mientras la ganadería especializada genera un excedente de estiércol que se convierte en contaminante ambiental. La reintegración de los animales permite cerrar estos ciclos de nutrientes; de hecho, Thornton et al. (2018) destacan que el ganado aporta aproximadamente el 15 por ciento del nitrógeno utilizado en la producción agrícola mundial a través del estiércol. Cuando los animales pastan directamente en la tierra, realizan simultáneamente las funciones de cosecha, procesamiento y distribución de fertilidad, lo que reduce de forma significativa las necesidades de energía y capital externos de la finca (Gràcia et al., 2021; FAO, 2018).

Un concepto central en este modelo restaurativo es la implementación técnica del pastoreo planificado, que incluye metodologías como el Holistic Management o el Pastoreo Racional Voisin. Estos sistemas se basan en una comprensión profunda del comportamiento animal y de la ecofisiología del rebrote de los pastos, utilizando altas densidades animales durante períodos muy cortos seguidos de largos tiempos de recuperación (Gràcia et al., 2021). El principio científico fundamental aquí es que el sobrepastoreo es una función del tiempo y no del número de animales; como enfatizan la Asociación de Agricultura Regenerativa Ibérica & CREAM (2026), si los animales permanecen demasiado tiempo en una parcela o regresan antes de que las plantas se hayan recuperado por completo, consumen el rebrote, lo que agota las reservas



radiculares y reduce las existencias de carbono del suelo. Además, el papel del ganado en el secuestro de carbono es un pilar esencial de la Agricultura Climáticamente Inteligente. Aunque los rumiantes están asociados al metano entérico, los pastos perennes bien manejados pueden compensar estas emisiones al estimular un crecimiento vegetal rápido que bombea carbono atmosférico hacia el perfil del suelo (Thornton et al., 2018; FAO, 2014). Según Gràcia et al. (2021), el “retorno de materiales” al suelo a través del ganado —mediante estiércol y vegetación pisoteada— es más eficiente biológicamente que el triturado mecánico, porque el tracto digestivo del animal “prepara” la materia orgánica con microbios beneficiosos, acelerando el proceso de humificación necesario para construir una estructura del suelo estable.

El estímulo mecánico y biológico proporcionado por el rebaño se denomina técnicamente impacto animal. Este término se refiere al pisoteo y a la deposición de excretas que, cuando se gestionan mediante pastoreo de alta densidad y corta duración, sirven para romper las costras superficiales y facilitar la incorporación de materia orgánica en el suelo (Gràcia et al., 2021). Este concepto es especialmente relevante en el contexto balcánico, donde la topografía montañosa y las fuertes pendientes suelen hacer que el laboreo o el desbroce mecánico sean ecológica y económicamente inviables. En estos paisajes, el ganado funciona como “maquinaria biológica”, gestionando la vegetación y manteniendo la salud del suelo en zonas donde los tractores no pueden operar, lo que ayuda a evitar el abandono rural y reduce el riesgo de incendios forestales mediante la limpieza del sotobosque (RegAgri4Europe, 2022; Gràcia et al., 2021). En última instancia, estos conceptos convergen en el sistema agro-silvo-pastoral, un enfoque integrado descrito por FAO (2014) y Gràcia et al. (2021) como un modelo productivo que combina árboles, ganado y cultivos para crear ciclos de nutrientes circulares y potenciar sinergias ecológicas. Al tratar al animal como una herramienta restaurativa, los productores pueden avanzar hacia un modelo en el que la gestión biológica sustituye la dependencia química, construyendo una finca productiva y resiliente frente al clima.



2.2. Situación actual y Desafíos

El sector ganadero se encuentra actualmente en un punto crítico, caracterizado por una paradoja de alto valor productivo y una ineficiencia sistémica dentro del agroecosistema en general. Según Thornton et al. (2018), los sistemas mixtos cultivo-ganado constituyen la columna vertebral de la producción de pequeños agricultores a nivel mundial, cubriendo aproximadamente 2,5 mil millones de hectáreas y produciendo más del 90 por ciento de la leche mundial y el 80 por ciento de la carne de rumiantes. Sin embargo, el desarrollo histórico de estos sistemas ha estado marcado por lo que la FAO (2014) denomina el “síndrome de silos”, donde cultivos y ganado se gestionan como entidades aisladas. Esta fragmentación biofísica ha transformado el estiércol animal —un motor fundamental de la fertilidad del suelo— en una fuente importante de contaminación; actualmente, el estiércol dejado en los pastos representa el 16 por ciento de las emisiones agrícolas globales de gases de efecto invernadero, mientras que la fermentación entérica de los rumiantes aporta otro 40 por ciento (FAO, 2018).

Los agricultores y las comunidades rurales enfrentan presiones ambientales inmediatas, ya que el cambio climático desestabiliza directamente la fisiología animal y la disponibilidad de forraje. La FAO (2018) explica que el aumento de las temperaturas provoca estrés térmico, lo que reduce la ingesta de alimento, disminuye las tasas de concepción y aumenta la mortalidad animal. Al mismo tiempo, la mayor variabilidad en las precipitaciones reduce tanto la cantidad como la calidad de los pastos, obligando a los agricultores de regiones como los Balcanes a depender de piensos externos costosos o a arriesgarse a sobrepastorear las tierras que les quedan (Thornton et al., 2018; Gràcia et al., 2021). Esta degradación es especialmente aguda en la topografía montañosa de los Balcanes, donde Gràcia et al. (2021) y RegAgri4Europe (2022) señalan que la falta de una gestión integrada y rentable ha llevado a un abandono rural generalizado. Este abandono incrementa el riesgo de incendios forestales, ya que el sotobosque deja de ser gestionado por los rebaños en pastoreo, generando un ciclo de deterioro ecológico y social (Gràcia et al., 2021).

Desde el punto de vista socioeconómico, la transición hacia una gestión ganadera restaurativa se ve obstaculizada por importantes barreras estructurales y financieras. Un obstáculo principal es la “caída de transición” en productividad e ingresos. Como



ilustran la FAO (2018) y Gràcia et al. (2021), los productores que pasan del pastoreo continuo al pastoreo planificado suelen enfrentar una disminución inicial en la producción mientras ajustan las cargas ganaderas y esperan a que las funciones biológicas del suelo y de los pastos se recuperen. Además, los costos iniciales de inversión en infraestructuras esenciales para la regeneración —como cercas móviles, puntos de agua alimentados por energía solar y refugios para animales— suelen ser prohibitivamente altos para los pequeños agricultores que no tienen acceso a crédito formal (Thornton et al., 2018; FAO, 2018). Estos desafíos se agravan por la inseguridad en la tenencia de la tierra; la FAO (2018) subraya que los agricultores sin derechos de uso seguros y a largo plazo difícilmente invertirán en el proceso plurianual de restauración de pastizales, cuyos beneficios significativos solo se manifiestan varias temporadas después.

Finalmente, existe una profunda brecha de conocimientos y competencias tanto entre los productores como entre los formadores en lo relativo a la gestión de los animales como “maquinaria biológica”. RegAgri4Europe (2022) señala que la formación profesional existente suele centrarse en sistemas intensivos y de altos insumos en confinamiento, en lugar de abordar la compleja ecofisiología del rebrote de los pastos y el impacto animal. Muchos servicios de extensión continúan infrafinanciados y carecen de la experiencia específica necesaria para asesorar sobre el Pastoreo Planificado o sobre sistemas agro-silvo-pastorales integrados (FAO, 2018; Thornton et al., 2018). Esta falta de conocimientos técnicos implica que, incluso cuando los agricultores están dispuestos a cambiar, pueden causar degradación adicional de forma involuntaria debido a un mal momento de pastoreo o a un manejo inadecuado del estiércol, lo que provoca la pérdida de nitrógeno en forma de óxido nitroso en lugar de su incorporación a la red trófica del suelo (Thornton et al., 2018; FAO, 2018).

2.3. Buenas Prácticas y Metodologías

La implementación de buenas prácticas para integrar animales en los agroecosistemas se centra en gestionar el ganado como un motor biológico activo de la salud del suelo y del ciclo de nutrientes. Según Gràcia et al. (2021), la metodología central para esta integración es la transición del pastoreo extensivo y no controlado hacia un pastoreo planificado intensivamente controlado. Este enfoque técnico utiliza



el “impacto animal”, es decir, la estimulación mecánica y biológica concentrada del suelo, para romper las costras superficiales e incorporar materia orgánica, lo cual resulta mucho más eficiente que el laboreo mecánico para construir fertilidad a largo plazo (Asociación de Agricultura Regenerativa Ibérica & CREAM, 2026; Gràcia et al., 2021).

La técnica principal recomendada es el Pastoreo Planificado, que incluye modelos como el Holistic Management o el Pastoreo Racional Voisin. Tal como explican Gràcia et al. (2021), estos modelos se basan en el principio de utilizar altas densidades animales durante períodos muy cortos (a menudo solo entre 12 y 24 horas en una misma parcela) seguidos de largos tiempos de recuperación. Esto garantiza que los animales consuman el forraje en su punto máximo de valor nutricional sin permitirles comer el “rebrote”, lo cual agotaría las reservas radicales de la planta y reduciría el carbono del suelo (Thornton et al., 2018; Asociación de Agricultura Regenerativa Ibérica & CREAM, 2026).

Otra técnica fundamental es la Gestión Integrada del Estiércol. La FAO (2018) y Thornton et al. (2018) destacan que el estiércol no debe tratarse como un residuo, sino como un insumo biológico de alto valor. Las metodologías eficaces incluyen la incorporación rápida del estiércol a la red trófica del suelo o el compostaje/fermentación controlados (como el Bokashi) para estabilizar el nitrógeno y minimizar las emisiones de metano y óxido nitroso (FAO, 2018; Gràcia et al., 2021). Además, se recomienda la integración agro-silvo-pastoral, en la que el ganado se utiliza para gestionar cultivos de cobertura en huertos o para limpiar el sotobosque, creando así una economía circular de nutrientes dentro de los límites de la finca (Gràcia et al., 2021; Soussana et al., 2015).

Según los marcos técnicos proporcionados por Gràcia et al. (2021) y la Asociación de Agricultura Regenerativa Ibérica & CREAM (2026), el procedimiento metodológico para implementar el pastoreo planificado puede seguir los siguientes pasos:

1. Diagnóstico del paisaje y mapeo de la línea base: los productores deben identificar primero su forraje disponible total y determinar el “punto óptimo de descanso” para las especies vegetales de la región.
2. Instalación de infraestructura: la tierra se divide en parcelas permanentes o semipermanentes mediante cercas eléctricas móviles (Gràcia et al., 2021; FAO,



2018). Debe establecerse un sistema de distribución de agua (por ejemplo, bebederos móviles y mangueras) para garantizar que los animales tengan acceso al agua en cada parcela sin necesidad de regresar a un punto central, lo que evita la compactación del suelo y la concentración de nutrientes en zonas de alto tránsito (Gràcia et al., 2021).

3. Determinación de la carga ganadera y del tiempo de permanencia: los animales se agrupan en un rebaño de alta densidad. La duración de la estancia se determina según la velocidad de crecimiento de las plantas; en períodos de crecimiento rápido (primavera), el rebaño avanza más rápido, mientras que en períodos de crecimiento lento (verano/invierno), el tiempo de retorno a la misma parcela debe ampliarse, pasando típicamente de 25 días en primavera a 60–70 días en verano (Gràcia et al., 2021).
4. Monitoreo del impacto animal y del rebrote: los productores observan la superficie del suelo para evaluar el “impacto” (residuos pisoteados) y aseguran que ninguna planta sea mordida dos veces durante el mismo período de pastoreo (Asociación de Agricultura Regenerativa Ibérica & CREAM, 2026).
5. Integración de rebaños sucesivos: en sistemas avanzados se utiliza un modelo “líder-seguidor”, en el que los animales de mayores requerimientos (por ejemplo, vacas lecheras) pastan primero el forraje de mejor calidad, seguidos por animales de menores requerimientos (por ejemplo, ganado de carne u ovejas) que consumen la biomasa restante (Gràcia et al., 2021).

En la región de los Balcanes, estas metodologías se adaptan estratégicamente para abordar los desafíos específicos de la topografía montañosa y el abandono rural.

- restauración de pastizales de montaña: en las laderas empinadas de los Balcanes, donde el desbroce mecánico es imposible, las ovejas y el ganado vacuno pueden manejarse mediante pastoreo rotacional para restaurar los pastizales degradados. Thornton et al. (2018) y Bozkurt y Kaya (2011) señalan que el pastoreo rotacional en pastizales montañosos (similares al terreno balcánico) mejora sustancialmente el rendimiento animal y la estabilidad del suelo en comparación con el pastoreo continuo, ya que permite que la vegetación mantenga los sistemas radiculares profundos necesarios para evitar la erosión en pendientes.



- Sistemas agro-silvo-pastorales para la prevención de incendios: dado que muchas explotaciones balcánicas se encuentran cerca de zonas boscosas, el ganado puede utilizarse como “maquinaria biológica” para gestionar el sotobosque (Gràcia et al., 2021). Al pastorear vacas o cabras en estas áreas durante los meses de crecimiento lento del verano, los productores reducen la biomasa que actúa como “carga de combustible”, lo que constituye una herramienta técnica para mitigar incendios forestales mientras se fertiliza simultáneamente el suelo del bosque (Gràcia et al., 2021).
- Sistemas integrados de frutales y pastos: para los productores de huertos en los Balcanes, introducir ovejas para gestionar la “cobertura viva” entre los árboles frutales sustituye el desbroce mecánico y la fertilización sintética. Como señalan Gràcia et al. (2021), los árboles proporcionan sombra que reduce el estrés térmico de los animales durante las olas de calor cada vez más frecuentes (adaptación), mientras que las ovejas aportan fertilidad interna (productividad) y estimulan el almacenamiento de carbono en el suelo (mitigación), cumpliendo así los tres pilares de la Agricultura Climáticamente Inteligente.

2.4. Estudios de Caso

Los siguientes estudios de caso demuestran la integración técnica y socioeconómica de los animales como herramientas de restauración. Estos ejemplos muestran cómo pasar de una producción fragmentada a sistemas integrados de animal-plantas-suelo puede resolver crisis ambientales mientras mejora los medios de vida de los agricultores.

2.4.1. El Modelo Agro-Silvo-Pastoral Mediterráneo Integrado (España)¹

- **Antecedentes**

Según Gràcia et al. (2021), este estudio de caso implica la implementación del sistema Polyfarming en la región montañosa mediterránea de España. Este paisaje se caracteriza técnicamente por zonas altas abandonadas y laderas pronunciadas,

¹ Los datos para este estudio de caso se obtuvieron de Gràcia et al. (2021).



compartiendo vulnerabilidades ecológicas y sociales idénticas a las de la región balcánica. El modelo se centra en la integración holística de bosque, ganado y cultivos, tratando al rebaño como una unidad móvil de restauración en lugar de una mercancía productiva estacionaria.

- **Problema identificado**

El problema principal era el abandono sistémico de las explotaciones de montaña, lo que condujo al crecimiento descontrolado del sotobosque y a un aumento significativo del riesgo de incendios forestales. Al mismo tiempo, la separación del ganado respecto a la tierra provocaba que los pastos perdieran fertilidad por la falta de retorno de nutrientes, mientras que el elevado coste del alimento externo hacía económicamente inviable la agricultura a pequeña escala.

- **Solución implementada**

La solución consistió en utilizar el ganado como “maquinaria biológica”. Los productores aplicaron pastoreo planificado, dirigiendo vacas y cabras al sotobosque durante el verano para eliminar biomasa y reducir la carga de combustible para incendios. Además, el sistema utilizó un modelo de pastoreo “líder-seguidor” en los huertos, donde las vacas lecheras consumían primero el forraje de mayor calidad, seguidas por el ganado de carne para gestionar los residuos. Esto se apoyó con la instalación de bebederos y cercas móviles para asegurar que el impacto animal (estiércol y pisoteo) se distribuyera de manera uniforme por todo el paisaje.

- **Resultados**

La implementación de este modelo integrado dio lugar a una reducción significativa de la vulnerabilidad frente a incendios y a una caída drástica en los costes de fertilización externa. Al devolver materiales directamente al suelo mediante pastoreo dirigido, la finca prácticamente duplicó su materia orgánica del suelo en tres años, transformando el terreno en un sumidero de carbono productivo. Además, la sombra proporcionada por los árboles integrados redujo el estrés térmico del ganado, cumpliendo los objetivos de adaptación de la Agricultura Climáticamente Inteligente.

- **Lecciones aprendidas**



La lección clave es que el ganado constituye la herramienta más eficiente para gestionar paisajes donde la intervención mecánica es imposible. El éxito depende del control del tiempo (periodos de descanso) más que del número de animales, y la integración del ganado con sistemas forestales y frutales crea una economía circular a escala de finca que ayuda a superar la “caída de transición” en los ingresos.

2.4.2. El Proyecto de Pastoreo Sostenible de los Tres Ríos (China)²

- **Antecedentes**

Este estudio de caso mundial se centra en la provincia de Qinghai, en China, un territorio de gran altitud donde la cría de yaks y ovejas constituye el principal medio de vida. El proyecto buscó abordar la grave degradación de los pastizales de la región mediante una gestión sostenible basada en evidencia científica.

- **Problema identificado**

El proyecto identificó que el 38 por ciento de las tierras de pastoreo estaba gravemente degradado debido al sobrepastoreo continuo y a una gestión deficiente, lo que provocó un colapso de la biodiversidad y una gran pérdida de carbono del suelo. Sin intervención, los pastores enfrentaban un ciclo de pobreza a medida que la capacidad de la tierra para sostener a los animales disminuía, dejándolos vulnerables a los choques climáticos.

- **Solución implementada**

La solución aplicada fue un conjunto de opciones de pastoreo regenerativo centradas en equilibrar la intensidad del pastoreo con el rebrote de las plantas. Esto incluyó el uso de parcelas cercadas para permitir largos periodos de recuperación y la introducción de estabulación invernal y alimentación mejorada para proteger la salud animal durante las estaciones más duras. Una innovación técnica fue el uso de modelos biogeoquímicos para monitorear el carbono del suelo, lo que permitió al proyecto acceder a financiación del mercado voluntario de carbono para cubrir los costos iniciales de la transición.

² La información para este estudio de caso se obtuvo de la FAO (2014b).



- **Resultados**

El proyecto demostró un potencial medio anual de mitigación de 63.000 toneladas de CO₂ equivalente por año mediante el secuestro de carbono en el suelo. Más allá de la mitigación, la restauración del “sistema esponja” en los pastizales aumentó significativamente la capacidad de retención de agua, haciendo que los pastos fueran más resilientes a la sequía y elevando el potencial productivo general de los rebaños de yaks y ovejas.

- **Lecciones aprendidas**

El proyecto Tres Ríos demuestra que los mercados de carbono pueden ser una herramienta viable para financiar la transición hacia una gestión ganadera regenerativa. Sin embargo, la lección más importante fue que la participación de los pastores solo tiene éxito cuando las prácticas generan retornos económicos directos, como mejoras en la producción de leche y carne, creando así una sinergia entre la mitigación ambiental y el desarrollo rural.

2.4.3. Gestión de Residuos Ganaderos (China, Tailandia y Viet Nam)³

- **Antecedentes**

Este proyecto regional abordó los impactos ambientales del rápido crecimiento del sector ganadero en Asia Oriental. Como señala la FAO (2014b), el aumento de la población y la urbanización en estos países generó una fuerte demanda de productos animales, lo que llevó al surgimiento de sistemas de producción intensiva a gran escala.

- **Problema identificado**

El proyecto introdujo un marco estratégico para la Gestión de Residuos Ganaderos (LWM) que enfatizaba el reciclaje de nutrientes. La solución implicó la adopción de nuevos diseños para aproximadamente 500.000 plazas porcinas, incorporando tecnologías como digestores anaeróbicos para producir bioenergía e instalaciones de compostaje para estabilizar el estiércol y utilizarlo como fertilizante agrícola. Esto fue

³ Este estudio de caso se basa en información reportada por la FAO (2014b).



respaldado por una planificación espacial nacional destinada a ubicar las granjas en zonas donde los efluentes pudieran reciclarse más fácilmente en los campos.

- **Solución implementada**

La solución aplicada fue un conjunto de opciones regenerativas centradas en equilibrar la intensidad del pastoreo con el rebrote de las plantas. Esto incluyó el uso de parcelas cercadas para permitir largos periodos de recuperación y la introducción de estabulación invernal y alimentación mejorada para proteger la salud animal durante las estaciones más duras. Una innovación técnica fue el uso de modelos biogeoquímicos para monitorear el carbono del suelo, lo que permitió acceder a financiación del mercado voluntario de carbono para cubrir los costos iniciales de la transición.

- **Resultados**

El proyecto logró reducir los impactos negativos sobre la salud y el medio ambiente en los cuerpos de agua locales, al tiempo que disminuyó las emisiones de GEI procedentes del almacenamiento de estiércol. Los ingresos de los beneficiarios aumentaron, ya que los agricultores pudieron sustituir fertilizantes sintéticos costosos por nutrientes orgánicos estabilizados y utilizar biogás como fuente de energía gratuita. El proyecto también facilitó la cooperación interinstitucional y estableció un conjunto de “Códigos de Conducta” para la producción porcina sostenible.

- **Lecciones aprendidas**

Este caso demuestra que los residuos ganaderos solo representan un “problema” cuando el sistema está fragmentado. Al utilizar herramientas técnicas para cerrar el ciclo de nutrientes, la gestión del estiércol se convierte en un pilar fundamental tanto de la mitigación como de la productividad. La integración de financiación del sector privado y de normas gubernamentales de descarga fue esencial para ampliar estas tecnologías restaurativas.

2.5. Herramientas y Recursos Útiles

La integración técnica de los animales en agroecosistemas restaurativos se ve facilitada por una amplia variedad de herramientas operativas y recursos digitales.



Estos materiales proporcionan el marco científico para la transición desde la producción ganadera convencional hacia un modelo en el que los animales funcionan como los principales impulsores de la fertilidad biológica interna.

La gestión regenerativa moderna aprovecha tecnologías basadas en datos para monitorear las complejas interacciones entre los animales y el entorno. Según la FAO (2018), la Teledetección y los datos satelitales —en particular el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI)— son esenciales para evaluar la disponibilidad de forraje y predecir riesgos de mortalidad del ganado durante eventos climáticos extremos. Estas herramientas permiten a los productores ajustar la intensidad del pastoreo casi en tiempo real, evitando el sobrepastoreo antes de que ocurra. A nivel operativo, las cercas eléctricas alimentadas por energía solar son destacadas por la FAO (2018) como una tecnología de alto impacto y bajo costo para ajustar con precisión la presión de pastoreo en sistemas de pastoreo planificado. Para la gestión de nutrientes, los digestores anaeróbicos permiten convertir los residuos animales en bioenergía mientras estabilizan los nutrientes para su uso como enmiendas de alto valor para el suelo. Además, como se describe en los casos de éxito de la FAO (2014b), los modelos biogeoquímicos se utilizan actualmente para estimar los cambios en los reservorios de carbono del suelo en los pastizales, ofreciendo una alternativa rentable a las mediciones de laboratorio para los productores que buscan acceder a financiamiento ambiental. Para apoyar la toma de decisiones a nivel de rebaño, herramientas de simulación como LIVSIM (Livestock Simulator) modelan la producción animal según el potencial genético específico de cada raza y la ingesta de alimento, permitiendo a los agricultores evaluar los impactos de distintos escenarios climáticos y de alimentación (Thornton et al., 2018).

Los procedimientos técnicos completos para gestionar el ganado como herramienta de restauración están disponibles en manuales fundamentales. El *Climate-Smart Agriculture Sourcebook* de la FAO (2013) ofrece principios globales para la gestión del ganado y de las tierras de pastoreo, identificando intervenciones que proporcionan beneficios “triple-win” en seguridad alimentaria, adaptación y mitigación. Para la formación a nivel de campo, el *Climate-Smart Agriculture Training Manual* de la FAO (2018) sirve como referencia principal para los agentes de extensión, proporcionando un enfoque de dos niveles que combina fundamentos teóricos con ejercicios prácticos sobre la gestión del estiércol y de los pastos. Para los profesionales de regiones



montañosas, el *Manual del Sistema Polyfarming* (Gràcia et al., 2021) ofrece protocolos detallados para implementar modelos agro-silvo-pastorales integrados, centrándose específicamente en el uso del ganado para gestionar el sotobosque y fertilizar huertos. Además, el *Participatory Integrated Climate Services for Agriculture (PICSA) Field Manual* se reconoce como un recurso esencial para combinar datos climáticos históricos con planificación agrícola participativa, mejorando las estrategias de inversión relacionadas con el ganado (Thornton et al., 2018).

Las plataformas digitales integradas permiten a los productores evaluar los compromisos económicos y ecológicos de la integración animal mediante capacidades avanzadas de simulación. Capalbo et al. (2018) destacan la plataforma AgBiz Logic™, que incluye módulos específicos como AgBizClimate para proyectar el impacto de los cambios de temperatura en los rendimientos y AgBizEnvironment para cuantificar las variaciones en el secuestro de carbono del suelo y en las emisiones de gases de efecto invernadero. Para el desarrollo profesional, la Plataforma Virtual de Aprendizaje RegAgri4Europe (2022) funciona como un centro de formación especializado, ofreciendo lecciones sobre manejo holístico del pastoreo y restauración de suelos vivos. Los perfiles globales de riesgo climático utilizados por estas plataformas suelen obtenerse del World Bank Climate Change Knowledge Portal, que proporciona datos específicos por sitio, fundamentales para la adaptación localizada.

La gestión estratégica del riesgo y la transferencia de conocimientos se apoyan en una variedad de mecanismos prácticos. El Seguro Pecuario Basado en Índices (IBLI), descrito por Carter et al. (2018) y Thornton et al. (2018), proporciona una red de seguridad financiera para los pastores mediante el uso de índices satelitales que activan pagos cuando la disponibilidad de forraje cae por debajo de un umbral crítico, evitando así la pérdida de activos que suele seguir a las sequías. Para facilitar la ampliación de estas prácticas, las Escuelas de Campo para Agricultores (FFS) y los grupos especializados de productores lecheros se utilizan como mecanismos de extensión basados en incentivos para promover la adopción de técnicas de alimentación y reproducción climáticamente inteligentes (FAO, 2018). Finalmente, las Metodologías de Contabilidad de Carbono validadas para la gestión sostenible de pastizales están ahora disponibles para ayudar a los grupos de pastores a organizar la gestión de los recursos naturales y acceder a los mercados ambientales internacionales (FAO, 2014b).



2.6. Actividades Prácticas

Las siguientes actividades prácticas están diseñadas para cerrar la brecha entre los principios teóricos de las sinergias animal-planta-suelo y su aplicación técnica en el campo. Se centran en la gestión del tiempo, el impacto animal y la circularidad de los nutrientes dentro de los sistemas ganaderos restaurativos.

2.6.1. Simulación de Diseño de Potreros y Periodos de Recuperación

- **Objetivo**

Permitir que formadores y productores diseñen un esquema de pastoreo rotacional que respete la ecofisiología de la recuperación de las plantas y evite la degradación y la pérdida de carbono causadas por el pastoreo continuo.

- **Materiales necesarios**

Mapas topográficos de una finca local (preferentemente con pendientes variadas similares al terreno balcánico), papel de calco o herramientas de cartografía digital, especificaciones de cercas eléctricas móviles y “Reglas de Crecimiento del Forraje” (que muestren las velocidades de crecimiento estacional de las gramíneas regionales).

- **Instrucciones paso a paso con tiempo**

1. **Cálculo del “Punto Óptimo de Descanso” (20 min):** El facilitador explica que el sobrepastoreo es una función del tiempo, no del número de animales. Con base en datos técnicos de Gràcia et al. (2021), los participantes identifican los periodos de recuperación necesarios para las especies locales durante la primavera (crecimiento rápido) frente al verano (crecimiento lento).
2. **Diseño de la Infraestructura (40 min):** En pequeños grupos, los participantes dividen el mapa de una ladera degradada en un mínimo de 30 parcelas (paddocks). Deben diseñar un sistema de distribución de agua que llegue a cada parcela mediante bebederos móviles, asegurando que el “impacto animal” no se concentre en una sola zona.



3. **Calendario de Pastoreo (40 min):** Los grupos elaboran un calendario de rotación. Deben calcular cuántos días permanece el rebaño en cada parcela (por ejemplo, 1 día) y garantizar que el tiempo de retorno coincida con el periodo de recuperación previamente identificado, permitiendo que las reservas de las raíces se repongan.
4. **Revisión entre Pares (20 min):** Los grupos intercambian mapas y critican la lógica de “flujo de agua” y “periodos de descanso”, identificando posibles cuellos de botella para el movimiento de los animales.

- **Criterios de evaluación**

Los participantes deben producir un diseño que asegure que ninguna planta sea mordida por segunda vez antes de que sus reservas radiculares se hayan repuesto y que demuestre una estrategia funcional de acceso al agua para todos los paddocks.

2.6.2. Valorización del Estiércol: De Residuo a Enmienda

- **Objetivo**

Dominar los procedimientos técnicos para estabilizar los residuos ganaderos con el fin de minimizar las emisiones de GEI y, al mismo tiempo, maximizar la fertilidad del suelo mediante fermentación aeróbica.

- **Materiales necesarios**

Samples of raw manure, finished Bocashi or compost, pH strips, thermometers, and "Manure Management Factsheets" from FAO (2018).

- **Instrucciones paso a paso con tiempo**

1. **Identificación de Emisiones (20 min):** Siguiendo el marco de Agricultura Climáticamente Inteligente de la FAO (2018), el facilitador demuestra cómo el estiércol crudo dejado en fosas abiertas pierde nitrógeno en forma de óxido nitroso (N_2O).
2. **Diagnóstico Sensorial (30 min):** Los participantes comparan estiércol crudo con fertilizante orgánico estabilizado (por ejemplo, Bocashi). Evalúan aroma,



temperatura y niveles de humedad utilizando la “prueba del puño” (apretar la mezcla para comprobar la humedad adecuada).

3. **La “Receta de Estabilización” (30 min):** Los participantes diseñan un protocolo de estabilización para una finca local, eligiendo entre fermentación rápida (Bocashi) o compostaje tradicional según los residuos disponibles, como paja, biocarbón o microorganismos forestales.
4. **Conclusión en Plenaria (10 min):** Discusión sobre cómo esta gestión biológica reemplaza la necesidad de nitrógeno sintético, cumpliendo con el pilar de “productividad” de la Agricultura Climáticamente Inteligente.

- **Criterios de evaluación**

Los participantes identifican correctamente los indicadores de materia orgánica estabilizada (olor agradable a “suelo de bosque” y color ámbar) y explican los pasos técnicos para reducir las pérdidas de metano y óxido nitroso durante el almacenamiento.

2.6.3. Diseñando el “Corredor Vivo”: Sinergia Silvopastoral

- **Objetivo**

Aplicar los principios de integración agro-silvo-pastoral para mejorar el bienestar animal (adaptación) y el secuestro de carbono en el suelo (mitigación).

- **Materiales necesarios**

Papelógrafos grandes, rotuladores de colores y “Tarjetas de Compatibilidad” con especies arbóreas regionales de los Balcanes (p. ej., roble, castaño, frutales) y los requisitos del ganado.

- **Instrucciones paso a paso con tiempo**

1. **Introducción a la Sinergia (20 min):** El facilitador explica cómo los árboles proporcionan sombra para reducir el estrés térmico en los animales (adaptación), mientras que los animales aportan fertilidad dirigida y gestionan el sotobosque (productividad).



- 2. Tarea de Rediseño (60 min):** Los grupos toman un huerto balcánico convencional o un borde forestal y lo rediseñan como un sistema silvopastoral. Deben integrar “corredores vivos” donde los animales puedan pastar entre hileras de árboles o gestionar el suelo forestal para reducir el riesgo de incendios.
- 3. Cálculo del Impacto (30 min):** Utilizando datos de la FAO (2014), los grupos estiman el potencial de aumento de las reservas de carbono del suelo mediante la combinación de raíces profundas de los árboles y el impacto animal rotacional.
- 4. Presentación (10 min):** Cada grupo presenta su “Corredor Vivo”, explicando cómo la integración hace que la finca sea más resiliente frente a las olas de calor extremas proyectadas para la región.

- **Criterios de evaluación**

El diseño debe demostrar una integración funcional donde el manejo del ganado beneficie directamente la salud y productividad de las especies leñosas, al mismo tiempo que protege a los animales del estrés climático.



3. Conclusión

La análisis técnica presentada en este módulo establece un cambio de paradigma fundamental: el ganado debe pasar de ser unidades de “producción” aisladas a convertirse en catalizadores biológicos activos para la restauración de ecosistemas. El resumen central de este módulo destaca que la separación histórica entre cultivos y animales —a menudo denominada “síndrome del silo”— ha generado ineficiencias sistémicas y degradación ambiental (FAO, 2014). Al reintegrar a los animales, los productores pueden cerrar los ciclos de nutrientes, utilizando el estiércol como un recurso de fertilidad de alto valor que actualmente aporta el 15% del nitrógeno global utilizado en la producción de cultivos (Thornton et al., 2018). El motor técnico de esta transformación es el Pastoreo Planificado (como el Manejo Holístico o el Pastoreo Racional Voisin), que opera bajo el principio científico de que el sobrepastoreo es una función del tiempo, no del número de animales (Asociación de Agricultura Regenerativa Ibérica & CREAM, 2026). Cuando se gestiona con alta densidad animal seguida de largos periodos de recuperación, el ganado estimula el rebrote rápido de las gramíneas perennes, bombeando carbono atmosférico hacia el perfil del suelo y construyendo materia orgánica estable (Gràcia et al., 2021; Thornton et al., 2018).

La relevancia práctica de estas estrategias es de máxima importancia para la región de los Balcanes. La desafiante topografía montañosa de la región a menudo hace que la gestión mecánica sea impracticable, lo que conduce a un ciclo de abandono rural y a un aumento del riesgo de incendios forestales debido al sotobosque no gestionado (Gràcia et al., 2021; RegAgri4Europe, 2022). Este módulo ha demostrado que el ganado puede funcionar como “maquinaria biológica”, manteniendo la productividad en zonas donde los tractores no pueden llegar y proporcionando simultáneamente una herramienta técnica para la mitigación de incendios (Gràcia et al., 2021). Además, la integración de animales en sistemas agro-silvo-pastorales cumple con los tres pilares de la Agricultura Climáticamente Inteligente (CSA): aumentar la productividad mediante la fertilidad biológica interna, mejorar la adaptación proporcionando sombra para reducir el estrés térmico y ofrecer mitigación a través del secuestro de carbono en el suelo (FAO, 2018; Gràcia et al., 2021).

Los estudiantes pueden aplicar de inmediato los conocimientos adquiridos mediante la implementación de diagnósticos y diseños a nivel de campo. Esto incluye la



capacidad de calcular el “punto óptimo de descanso” para los pastizales regionales, garantizando que los rebaños se muevan antes de consumir el “rebrote” que agota las reservas radicales de las plantas (Asociación de Agricultura Regenerativa Ibérica & CREAM, 2026; Gràcia et al., 2021). Los productores y formadores ahora están capacitados para diseñar esquemas de pastoreo rotacional que utilicen cercas móviles y distribución de agua para repartir el “impacto animal” de manera uniforme en paisajes degradados (Gràcia et al., 2021). Además, el dominio de la gestión biológica del estiércol —mediante técnicas de estabilización como Bocashi o compostaje— permite reducir las emisiones de gases de efecto invernadero mientras se crea una enmienda potente que restaura la red trófica del suelo (FAO, 2018; Gràcia et al., 2021). Estos productos biológicos y los paisajes restaurados proporcionan los activos biofísicos fundamentales para el Módulo 4: Gestión Holística: Transición de Cadenas de Suministro, donde exploraremos cómo integrar estos productos regenerativos en cadenas de valor sostenibles y rentables.



4. Glosario

- **Bocashi:** significa un fertilizante orgánico fermentado producido mediante la semidescomposición aeróbica rápida de residuos orgánicos utilizando microorganismos especializados, empleado a menudo como técnica para estabilizar estiércol y mejorar la fertilidad del suelo.
- **Ciclos de nutrientes:** significa el flujo circular de nutrientes dentro de un agroecosistema donde el ganado y los cultivos sostienen mutuamente su productividad, reemplazando eficazmente insumos sintéticos externos por fertilidad biológica interna.
- **Densidad de carga animal:** significa la concentración de un número específico de animales en una superficie determinada en un momento dado, utilizada como herramienta en el pastoreo planificado para lograr un impacto animal uniforme y evitar el pastoreo selectivo.
- **Fermentación entérica:** significa el proceso digestivo natural de los rumiantes (como bovinos y ovinos) que produce metano como subproducto; estas emisiones pueden reducirse significativamente proporcionando forraje de mayor calidad y digestibilidad.
- **Gestión integrada del estiércol:** significa la gestión estratégica de los residuos animales para cerrar ciclos de nutrientes, mediante la estabilización del estiércol a través de compostaje o fermentación controlada para minimizar la pérdida de nitrógeno en forma de óxido nitroso.
- **Humificación:** significa el proceso biológico, a menudo acelerado por el “cebado” de la materia orgánica en el tracto digestivo del animal, que transforma residuos en humus estable del suelo, construyendo integridad estructural y reservas de carbono a largo plazo.
- **Impacto animal:** significa la estimulación mecánica y biológica concentrada de la superficie del suelo causada por el pisoteo, el movimiento y la deposición de excretas de un rebaño de alta densidad, lo que ayuda a romper costras superficiales e incorporar materia orgánica.
- **“Maquinaria biológica”:** significa el uso estratégico del ganado para realizar tareas de gestión del paisaje (como desbrozar vegetación o mantener la salud del suelo) en terrenos donde los tractores no pueden operar, especialmente relevante en las empinadas laderas montañosas de la región balcánica.



- **Pastoreo planificado:** significa una metodología de manejo (como el Manejo Holístico o el Pastoreo Racional Voisin) que utiliza altas densidades animales por periodos cortos seguidos de largos tiempos de recuperación para estimular un crecimiento vigoroso de las plantas y restaurar la salud del suelo.
- **Punto óptimo de descanso:** significa la etapa crítica del rebrote del pastizal en la que la planta ha recuperado sus reservas radiculares y alcanzado un equilibrio nutricional, marcando el momento ideal para que los animales entren al potrero.
- **Secuestro de carbono:** significa el proceso mediante el cual el dióxido de carbono atmosférico es retirado y almacenado en reservorios de largo plazo, como biomasa leñosa o materia orgánica estable del suelo, proceso que suele aumentar con pastizales perennes bien gestionados.
- **“Síndrome del silo”:** significa la fragmentación técnica e institucional resultante de la separación excesiva entre agricultura, ganadería y silvicultura, que convierte recursos potenciales en problemas de residuos y conflictos ambientales.
- **Sistema agro-silvo-pastoral:** significa un enfoque de gestión integrada que combina árboles, ganado y cultivos en la misma superficie para maximizar sinergias ecológicas, como utilizar animales para gestionar el sotobosque o fertilizar huertos.
- **Sistemas mixtos cultivo-ganadería:** significa modelos de producción donde cultivos y animales se crían en la misma finca, permitiendo el intercambio eficiente de recursos como estiércol para fertilización y residuos de cosecha para alimentación.
- **Sobrepastoreo:** significa un fenómeno causado por el factor tiempo —no por el número de animales— en el que los animales permanecen demasiado tiempo en un potrero o regresan demasiado pronto, consumiendo el “rebrote” y agotando las reservas vitales de las raíces.
- **Sumidero de carbono:** significa cualquier mecanismo o reservorio natural, como un bosque en crecimiento o un suelo regenerativo, que elimina eficazmente gases de efecto invernadero de la atmósfera y los almacena.
- **Tiempo de recuperación:** significa la duración esencial durante la cual un pastizal debe permanecer libre de ganado para permitir que las plantas superen



su fase de máximo crecimiento y repongan reservas radiculares antes del siguiente pastoreo.



Referencias

Asociación de Agricultura Regenerativa Ibérica & CREAM. (2026). *Criterios que definen la agricultura regenerativa, consensuados por el colectivo practicante y científico ibérico*. CREAM.

Bozkurt, Y. & Kaya, I. (2011). Effect of two different grazing systems on the performance of beef cattle grazing on hilly rangeland conditions. *Journal of Applied Animal Research*, 39(2), 94–96.

Capalbo, S. M., Seavert, C., Antle, J. M., Way, J., & Houston, L. (2018). Understanding tradeoffs in the context of farm-scale impacts: An application of decision-support tools for assessing climate smart agriculture. In L. Lipper, N. McCarthy, D. Zilberman, S. Asfaw, & G. Branca (Eds.), *Climate Smart Agriculture: Building Resilience to Climate Change* (pp. 173–197). Springer.

Carter, M. R., Janzen, S. A., & Stoeffler, Q. (2018). Can insurance help manage climate risk and food insecurity? Evidence from the pastoral regions of East Africa. In L. Lipper et al. (Eds.), *Climate Smart Agriculture: Building Resilience to Climate Change* (pp. 201–227). Springer.

FAO. (2013). *Climate-smart agriculture sourcebook*. Rome.

FAO. (2014). *Building a common vision for sustainable food and agriculture: Principles and approaches*. Rome.

FAO. (2014b). *FAO success stories on climate-smart agriculture*. Rome.

FAO. (2018). *Climate-smart agriculture training manual: A reference manual for agricultural extension agents*. Rome.

Gràcia, M., Broncano, M. J., & Retana, J. (2021). *Manual para el diseño e implementación de un modelo agroalimentario regenerativo: el sistema Polyfarming*. CREAM.

RegAgri4Europe. (2022). *Policy Recommendations: Upgrading the agricultural sector with skills in regenerative agriculture*.

Soussana, J.-F., Dumont, B., & Lecomte, P. (2015). Integration with livestock. In *Agroecology for food security and nutrition*. FAO.



Spratt, E., Cibils, A. F., Utsumi, S., & Estell, R. E. (2021). *Regenerative grazing as a win-win-win management strategy*. *Journal of Soil and Water Conservation*, 76(1), 15A–23A. <https://doi.org/10.2489/jswc.2021.1209A>.

Thornton, P. K., Rosenstock, T., Förch, W., Lamanna, C., Bell, P., Henderson, B., & Herrero, M. (2018). A qualitative evaluation of CSA options in mixed crop-livestock systems in developing countries. In L. Lipper, N. McCarthy, D. Zilberman, S. Asfaw, & G. Branca (Eds.), *Climate Smart Agriculture: Building Resilience to Climate Change* (pp. 385–423). Springer.



Anexos

1. Flujo de servicios ecosistémicos

La Figura 1, adaptada de Spratt et al. (2021), representa el pastoreo regenerativo como un componente “ganar-ganar-ganar” de la agricultura regenerativa. Este enfoque aplica principios de salud del suelo y estrategias adaptativas de manejo ganadero para mejorar la rentabilidad de las fincas, la salud humana y del ecosistema, y la resiliencia de los sistemas alimentarios. Al integrar prácticas de pastoreo planificado con procesos ecológicos, el pastoreo regenerativo contribuye a suelos más sanos, mayor biodiversidad, mejor retención de agua y mayor resiliencia climática, al tiempo que mantiene operaciones ganaderas productivas y económicamente viables.

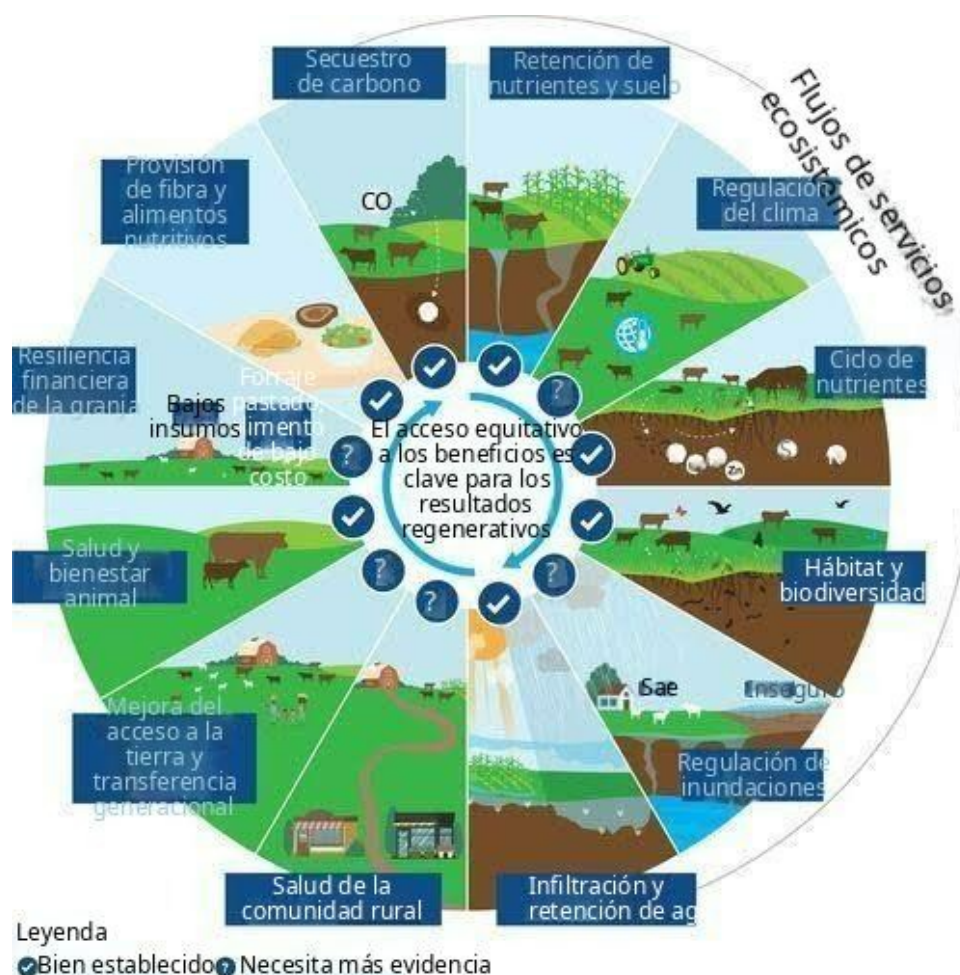


Figura 1. Pastoreo regenerativo como estrategia “ganar-ganar-ganar”. Ilustración creada por el autor y adaptada de Spratt et al. (2021), mostrando el pastoreo regenerativo como un componente de triple beneficio.



2. Gestión biológica del estiércol

La ilustración de la Figura 2 destaca los componentes clave de la gestión biológica del estiércol, incluidos el estiércol de corral, el compost, los abonos verdes, el estiércol de aves y el vermicompost. Estos insumos orgánicos apoyan la fertilidad natural del suelo al mejorar la actividad microbiana, aumentar el contenido de materia orgánica y optimizar el ciclo de nutrientes. A través de procesos biológicos de descomposición, liberan nutrientes esenciales de forma gradual, mejoran la estructura del suelo y su capacidad de retención de agua, y promueven un desarrollo radicular saludable. Una gestión biológica eficaz del estiércol reduce la dependencia de fertilizantes sintéticos, favorece la biodiversidad del ecosistema edáfico y contribuye a sistemas agrícolas resilientes y sostenibles.



Figura 2. Componentes de la gestión biológica del estiércol. Ilustración creada por el autor que muestra los principales insumos orgánicos utilizados para mejorar la fertilidad del suelo mediante procesos biológicos.



**BALKANS
GROW**

green resilient organic wisdom



**Cofinanciado por
la Unión Europea**

EL CONSORCIO DEL PROYECTO BALKANS GROW



Univerza v Mariboru

Fakulteta za organizacijske vede

ME -
- RA
- KI



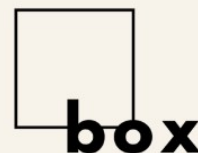
Shkolla e Mesme
Profesionale
Mihal Shahini



JU CENTAR ZA STRUČNO
OBRAZOVANJE



CRNVO
CENTAR ZA RAZVOJ NVO



Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son únicamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.