



**BALKANS
GROW**

green resilient organic wisdom



**Cofinanciado por
la Unión Europea**

MATERIAL DE FORMACIÓN

MÓDULO 2

AGRICULTURA MEJORADA: SUELO, CLIMA Y PLANTAS – EXPLORANDO SUS INTERCONEXIONES Y PRÁCTICAS REGENERATIVAS



TÍTULO

Material de Formación BalkansGrow – Módulo 2: “Agricultura mejorada: suelo, clima y plantas – Explorando sus interconexiones y prácticas regenerativas”

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; Gjorgjija Gagaleski(LAG AGRO LIDER)

Ivan Marković; Milica Jaramaz (CSO, Centre for Vocational Education)

Polona Šprajc (FOV, UM)

Zorana Markovic; Petar Knežević (CRNVO)

Enida Bogdani; Julia Çekrezi (KUTIA)

Erina Disho; Ana Mino (“Mihal Shahini” VET School)

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 Mejorada: Suelo, Clima y Plantas	5
2.1. Conceptos clave	5
2.2. Situación actual y Desafíos	6
2.3. Buenas Prácticas y Metodologías	8
2.4. Estudios de Caso	9
2.4.1. Pastoreo rotacional y productividad de los pastizales en Turquía	9
2.4.2. Maíz de ladera y arroz en terrazas climáticamente inteligentes (Viet Nam)	11
2.4.3. Cosecha de agua mediante hoyos de plantación (Malawi)	12
2.5. Herramientas y Recursos útiles	14
2.6. Actividades Prácticas	16
2.6.1. La tarjeta de salud del suelo: diagnóstico de campo	16
2.6.2. El rompecabezas de la relación C/N: equilibrar el “combustible microbiano”	17
2.6.2. Diseñando el “campo de colaboración”: biodiversidad funcional	18
3. Conclusión	19
4. Glosario	21
Referencias	24
Anexos	27
1. Visualizando el “sistema esponja” (ilustración de infiltración)	27



1. Introducción

El propósito principal de este módulo es avanzar más allá de los marcos conceptuales establecidos en la unidad anterior, ofreciendo una exploración técnica profunda de la tríada suelo-clima-plantas y situando sus interconexiones biológicas como el motor fundamental de un sistema agroalimentario verdaderamente regenerativo. Según la Asociación de Agricultura Regenerativa Ibérica & CREAF (2026), esto requiere un cambio de paradigma significativo: tratar el suelo no como un simple sustrato inerte o soporte físico para los cultivos, sino como un ecosistema vivo y complejo —la red trófica del suelo— del cual dependen toda la productividad agrícola, la calidad nutricional y la salud territorial. Al dominar las sinergias mediante las cuales las plantas proporcionan exudados ricos en carbono a los microbios a cambio de nutrientes biodisponibles, los formadores aprenderán a transitar de un manejo basado en soluciones químicas externas hacia un sistema sustentado por procesos biológicos internos.

Esta unidad aborda el desafío crítico planteado por el modelo de agricultura intensiva del siglo XX que, según la FAO (2014), priorizó la productividad inmediata mediante la genética y la química, ignorando en gran medida la eficiencia de los recursos distintos de la tierra. Este enfoque “extractivo” ha dado lugar con frecuencia a un “síndrome de compartimentos estancos”, donde la gestión de cultivos, ganadería y silvicultura ocurre de manera aislada, generando competencia sectorial por espacio y apoyo político en lugar de colaboración ecológica. Para superar esta fragmentación, el módulo se centra en restaurar los servicios ecosistémicos que los sistemas convencionales han degradado históricamente, como la formación natural del suelo y la regulación del clima. Tal como enfatiza RegAgri4Europe (2022), modernizar el sector agrícola con estas capacidades restaurativas es imprescindible para reconocer la heterogeneidad ecológica y capacitar a los productores a gestionar su territorio como un agroecosistema unificado.

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

- Identificar y evaluar indicadores cualitativos de la salud del suelo directamente en el campo —como el color del suelo, la abundancia de raíces y la presencia



de macrofauna como las lombrices— lo que permite realizar diagnósticos rápidos sin necesidad inmediata de análisis de laboratorio complejos.

- Comprender y dominar el equilibrio biológico entre la mineralización (liberación rápida de nutrientes) y la humificación (creación de materia orgánica estable en el suelo), gestionando específicamente la relación Carbono-Nitrógeno (C/N) necesaria para que la microbiología del suelo prospere.
- Aplicar los principios de la biodiversidad funcional para crear sistemas donde distintas especies vegetales y animales colaboren para mejorar la fertilidad global del sitio en lugar de competir por nutrientes solubles.

En el contexto de la agricultura sostenible global, este módulo demuestra cómo la gestión de los ciclos del carbono y del agua a escala de finca sirve tanto para la mitigación climática (al convertir el suelo en un sumidero de carbono) como para la adaptación (al generar resiliencia frente a patrones meteorológicos erráticos). Para la región de los Balcanes, estas interconexiones son una necesidad estratégica debido a su topografía montañosa y a la creciente frecuencia de eventos climáticos extremos. Según Gràcia et al. (2021), un suelo manejado bajo principios regenerativos, rico en humus estable y protegido por una cobertura permanente, puede absorber hasta 150 litros de agua por metro cuadrado en una sola hora. Esta capacidad transforma tierras degradadas en “sistemas esponja” capaces de mitigar eficazmente los riesgos de inundaciones catastróficas y de prolongadas sequías estivales que amenazan a las explotaciones familiares balcánicas.

En última instancia, el Módulo 2 funciona como el puente operativo esencial dentro de la serie formativa BalkansGrow. Se construye sobre los principios introductorios y la relevancia global establecidos en el Módulo 1 (Descubrir la historia de la agricultura regenerativa). Esta unidad proporciona las bases biológicas y ecológicas necesarias para comprender el papel crítico del ganado en la regeneración del suelo, abordado en el Módulo 3 (Agricultura para el futuro: los animales en los agroecosistemas). Asimismo, aporta la justificación biofísica que sustenta las estrategias para integrar la producción en cadenas de valor sostenibles en el Módulo 4 (Gestión holística: transición de las cadenas de suministro) y la profesionalización más amplia del sector explorada en el Módulo 5 (Marketing digital en la nueva agricultura) y el Módulo 6 (Gestión en el sector agrario).



2. Agricultura Mejorada: Suelo, Clima y Plantas

2.1. Conceptos clave

La transición hacia un modelo agrícola restaurativo requiere un cambio de paradigma fundamental. Según la Asociación de Agricultura Regenerativa Ibérica & CREAM (2026), el suelo debe redefinirse no como un soporte físico inerte ni como un simple sustrato químico, sino como un ecosistema vivo y complejo conocido como la red trófica del suelo. Esta comunidad, que incluye bacterias, hongos, protozoos y nematodos microscópicos, junto con macrofauna como las lombrices, actúa como el motor principal de la actividad biológica, el ciclo de nutrientes y la fertilidad del sitio a largo plazo. Tal como explican Gràcia et al. (2021), la base científica de este modelo se sustenta en la simbiosis planta-microbio, una relación multidireccional en la que las plantas capturan energía solar y CO_2 atmosférico mediante la fotosíntesis para producir carbohidratos ricos en carbono. Una parte significativa de estos carbohidratos se libera a través de las raíces en forma de exudados para alimentar a la microbiología del suelo; a cambio, estos microorganismos realizan transformaciones bioquímicas que desbloquean minerales y fijan nitrógeno atmosférico, haciendo los nutrientes biodisponibles para la planta. Este ciclo de fertilidad biológica interna suele interrumpirse en los modelos convencionales por la aplicación de fertilizantes sintéticos solubles, que provocan que las plantas dejen de producir exudados, “matando de hambre” de forma efectiva a la red trófica del suelo.

Dentro de este sistema vivo, la gestión de la materia orgánica está gobernada por dos rutas biológicas distintas: mineralización y humificación. Según Gràcia et al. (2021), la mineralización es un proceso dirigido por bacterias en el que los materiales orgánicos se descomponen rápidamente para proporcionar un aumento repentino de nutrientes solubles para los cultivos; sin embargo, si este proceso se sobreestimula mediante un laboreo intenso, la materia orgánica desaparece demasiado rápido. En contraste, la humificación es un proceso impulsado por hongos que transforma los residuos orgánicos en humus estable, responsable de la estructura del suelo a largo plazo y de sus grandes reservas de carbono. Este “combustible” biológico se regula mediante la relación C/N; como señalan Gràcia et al. (2021), las bacterias del suelo requieren un equilibrio óptimo entre carbono y nitrógeno para funcionar sin consumir el carbono ya existente en el suelo, lo que evita el colapso de los agregados del suelo. Además, la



FAO (2013) enfatiza que mantener estas reservas de carbono convierte a la finca en un sumidero crítico para mitigar el cambio climático global.

La expresión práctica de estas interconexiones es la creación de un sistema “esponja”, en el que un suelo rico en humus estable y protegido por una cobertura permanente puede absorber y retener hasta 150 litros de agua por metro cuadrado en una sola hora. Gràcia et al. (2021) sostienen que, debido a que la fracción orgánica del suelo es altamente hidrofílica, este “efecto esponja” se convierte en la defensa más crítica para la región de los Balcanes frente a lluvias erráticas e inundaciones repentinas catastróficas. Además, el manejo regenerativo desplaza el objetivo agrícola de la competencia entre especies hacia la colaboración ecológica mediante el principio de biodiversidad funcional. Como destacan Nicholls et al. (2016), integrar rotaciones de cultivos diversas y sistemas agroforestales permite que distintas especies accedan a nutrientes a diferentes profundidades del suelo y compartan redes de hongos micorrícicos, lo que mejora la productividad global. Finalmente, para monitorear esta tríada funcional en tiempo real, la Asociación de Agricultura Regenerativa Ibérica & CREAM (2026) y Gràcia et al. (2021) recomiendan utilizar indicadores cualitativos de salud del suelo que pueden evaluarse directamente en el campo, como un color oscuro y terroso que señale alto contenido de humus, una estructura grumosa que indique buena aireación y la presencia de un crecimiento activo de raíces verticales.

2.2. Situación actual y Desafíos

El panorama agrícola actual está definido por una fragmentación crítica de la tríada suelo-clima-plantas, que históricamente ha sido gestionada bajo un “síndrome de compartimentos estancos”. Según la FAO (2014), este enfoque ha llevado a que los cultivos, la ganadería y la silvicultura se gestionen de manera aislada, haciendo que compitan por espacio y apoyo político en lugar de fomentar la colaboración ecológica necesaria para la resiliencia. Esta fragmentación es uno de los principales impulsores de la degradación sistémica de la salud del suelo, donde la producción agroganadera convencional es ahora responsable de aproximadamente el 69 por ciento de las extracciones globales de agua dulce (Gràcia et al., 2021).



Uno de los desafíos ambientales más urgentes es la pérdida de la capacidad física y biológica del suelo para gestionar el agua. Como explican Gràcia et al. (2021), el manejo convencional, caracterizado por un laboreo intenso y una fuerte dependencia química, ha despojado a los suelos de su humus estable, destruyendo el “efecto esponja” necesario para sobrevivir a fenómenos meteorológicos extremos. Esto deja a las explotaciones de la región de los Balcanes altamente vulnerables, ya que los suelos degradados no pueden absorber lluvias intensas —lo que provoca erosión e inundaciones repentinas— ni retener humedad durante los crecientes periodos de calor extremo (FAO, 2018; RegAgri4Europe, 2022).

Además, los cambios en los patrones climáticos están amenazando directamente la fisiología y la productividad de las plantas. Zilberman et al. (2018) señalan que el aumento de las temperaturas está facilitando la migración de plagas y enfermedades hacia nuevos nichos donde los cultivos tradicionales carecen de defensas naturales. Estudios técnicos específicos indican que la exposición a temperaturas superiores a 30 °C es cada vez más perjudicial para los rendimientos de cultivos regionales como el maíz, y muchos agricultores carecen de herramientas de adaptación para ajustar sus fechas de siembra o cambiar a variedades más resilientes (Ortiz-Bobea, 2018; FAO, 2018).

Desde una perspectiva educativa y operativa, existe una brecha significativa de capacidades en el manejo restaurativo. RegAgri4Europe (2022) enfatiza que la mayor parte de la formación agrícola existente sigue priorizando la intensificación de monocultivos mediante química externa, dejando a educadores y agricultores sin el conocimiento necesario para gestionar la red trófica del suelo como un motor vivo de fertilidad. Esta falta de experiencia se ve agravada por el “bache de transición” en la producción; como ilustran la FAO (2018) y Gràcia et al. (2021), los agricultores suelen enfrentar una caída temporal en la productividad durante los primeros tres a cinco años de adoptar prácticas regenerativas, ya que las funciones biológicas internas del suelo necesitan tiempo para reemplazar los insumos sintéticos retirados. Sin apoyo institucional o crédito que permita superar este periodo, muchos productores consideran la transición hacia prácticas de construcción del suelo física y económicamente inalcanzables (McCarthy et al., 2018; FAO, 2018).



2.3. Buenas Prácticas y Metodologías

La implementación de buenas prácticas dentro de la tríada suelo-clima-plantas comienza con una transición fundamental desde las intervenciones mecánicas y químicas hacia aquellas que priorizan la integridad biológica de la red trófica del suelo. Según la Asociación de Agricultura Regenerativa Ibérica & CREAM (2026), la técnica principal recomendada es la eliminación total del laboreo, ya que evitar el volteo de las capas del suelo preserva la porosidad y la microbiología existentes, que son los motores esenciales de la formación natural del suelo. Como explican Gràcia et al. (2021), esto debe complementarse con el mantenimiento de una cobertura permanente del suelo —ya sea mediante plantas vivas o acolchado— para proteger la superficie de la energía cinética de las gotas de lluvia y reducir la evaporación. La FAO (2018) señala que esta combinación es vital para mantener la capacidad “esponja” del terreno, permitiéndole funcionar como un amortiguador natural frente a los extremos climáticos.

El procedimiento metodológico para adoptar estas prácticas regenerativas sigue una secuencia específica paso a paso basada en la observación y la lógica ecológica. Según Gràcia et al. (2021) y la Asociación de Agricultura Regenerativa Ibérica & CREAM (2026), el proceso debe comenzar con un diagnóstico cualitativo en campo utilizando indicadores como el aroma del suelo (presencia de geosmina), la estabilidad de los agregados (estructura tipo “requesón”) y la abundancia de macrofauna como las lombrices para establecer una línea base de salud. Una vez comprendida esta línea base, el siguiente paso consiste en gestionar el retorno de materia orgánica equilibrando cuidadosamente la relación C/N; los productores deben mezclar materiales verdes ricos en nitrógeno con residuos forestales ricos en carbono, como Wood Chips (BRF) o Biochar, para reintroducir las comunidades fúngicas que suelen estar ausentes en los sistemas convencionales. Gràcia et al. (2021) enfatizan que esta reintroducción ayuda a estructurar la morfología de los agregados del suelo, creando reservas estables de carbono. Finalmente, la FAO (2018) recomienda la integración inmediata de biodiversidad funcional mediante el intercalado de leguminosas y rotaciones multiespecie para proporcionar fijación interna de nitrógeno y minimizar la necesidad de insumos sintéticos.



Para el contexto balcánico, estas metodologías se adaptan estratégicamente a la topografía montañosa específica de la región y a sus vulnerabilidades climáticas. Gràcia et al. (2021) sostienen que la aplicación del diseño “Keyline”, un sistema de manejo que distribuye el agua siguiendo los contornos naturales del terreno, es una metodología esencial para las laderas balcánicas, ya que maximiza la infiltración de la lluvia y previene las inundaciones repentinas y la erosión que se producen en suelos degradados y desnudos. Además, dado que muchas explotaciones balcánicas se encuentran cerca de recursos forestales, el uso de BRF (Bois Rameaux Fragmentés) producido a partir de limpiezas forestales locales actúa como una herramienta de bajo coste y alto impacto para restaurar tierras degradadas. Según RegAgri4Europe (2022), adaptar estas técnicas requiere un cambio desde el pensamiento “en compartimentos estancos” centrado en un solo producto hacia un enfoque agro-silvo-pastoral integrado, donde los residuos forestales alimentan el suelo y las arquitecturas vegetales diversas protegen los cultivos frente al aumento proyectado de las olas de calor estacionales (FAO, 2018). Al combinar estos procedimientos científicos con las características del paisaje local, los productores balcánicos pueden superar con éxito el “bache de transición” en la productividad y construir una resiliencia territorial a largo plazo.

2.4. Estudios de Caso

Los siguientes estudios de caso ilustran la aplicación práctica de la tríada suelo-clima-plantas en diversos contextos geográficos. Estos ejemplos demuestran cómo las prácticas regenerativas e inteligentes frente al clima pueden pasar de marcos teóricos a éxitos operativos, abordando eficazmente la degradación del suelo y construyendo resiliencia territorial.

2.4.1. Pastoreo rotacional y productividad de los pastizales en Turquía¹

- **Antecedentes**

¹ La información para este estudio de caso se presenta originalmente en Thornton et al. (2018).



Este caso se centra en las condiciones de pastizales de secano en las zonas altas de Turquía. Estas áreas comparten características topográficas y climáticas significativas con la región de los Balcanes, incluidos veranos secos y suelos vulnerables a la compactación en terrenos inclinados.

- **Problema identificado**

El desafío principal era el bajo rendimiento animal y la degradación sistemática de la cobertura vegetal debido al pastoreo continuo (set stocking). Este modelo convencional impedía la recuperación de las raíces y la humificación de la materia orgánica, lo que conducía a suelos expuestos, baja infiltración de agua y una reducción drástica de la biodiversidad funcional de los pastizales.

- **Solución implementada**

La solución implicó una transición a un sistema de pastoreo rotacional, donde la densidad animal es alta durante periodos cortos, seguida de largos tiempos de recuperación para la vegetación. Como explica la Asociación de Agricultura Regenerativa Ibérica & CREAM (2026), esta práctica simula el movimiento natural de las manadas silvestres, garantizando que el retorno de nutrientes vía estiércol se distribuya de manera uniforme y que las plantas dispongan de suficientes reservas radiculares para rebrotar vigorosamente.

- **Resultados**

Los resultados mostraron una mejora sustancial en el rendimiento del ganado vacuno en comparación con el grupo de control con carga fija. Además, gestionar la cobertura vegetal bajo este régimen regenerativo aumentó la captura de carbono en el suelo y mejoró la resiliencia del sistema frente a la variabilidad estacional de las lluvias, transformando el pastizal en un reservorio estable de biomasa.

- **Lecciones aprendidas**

La lección fundamental es que controlar el tiempo de recuperación es más crítico que el número total de animales. El manejo planificado permite que la interacción planta-animal se convierta en una herramienta de fertilidad biológica interna, reduciendo la necesidad de insumos externos y protegiendo la estructura física del suelo contra la erosión.



2.4.2. Maíz de ladera y arroz en terrazas climáticamente inteligentes (Viet Nam)²

- **Antecedentes**

Este estudio de caso se centra en la Región Montañosa del Norte (NMR) de Viet Nam, un territorio caracterizado por pendientes pronunciadas y una topografía altamente fracturada. Según Branca et al. (2018) y la FAO (2018), esta región alberga comunidades de minorías étnicas cuyos medios de vida dependen casi por completo de la agricultura de pequeños productores, específicamente del maíz en las zonas altas y del arroz en terrazas en los fondos de valle.

- **Problema identificado**

Los productores de la NMR estaban experimentando una erosión severa del suelo debido al laboreo intenso en pendientes pronunciadas (superiores a 25°), lo que provocaba un rápido descenso de la fertilidad y de los rendimientos. Además, los cambios en los patrones climáticos estaban generando “falsos inicios de lluvia”, en los que las primeras precipitaciones incentivaban la siembra, seguidas de sequías repentinas que mataban las plántulas jóvenes. En las tierras bajas, el aumento de las temperaturas estacionales comenzaba a afectar negativamente las etapas de polinización de las variedades tradicionales de arroz.

- **Solución implementada**

En colaboración con el Programa EPIC, el gobierno implementó una estrategia doble de Agricultura Climáticamente Inteligente (CSA). Para el maíz de ladera, la solución fue la adopción del Laboreo Mínimo (MT) combinado con el mantenimiento de los residuos de cultivo como cobertura del suelo para evitar la erosión y retener la humedad. Para el arroz, el proyecto introdujo la Intensificación Sostenible del Arroz (SIP), que incluía la Colocación Profunda de Fertilizantes (FDP). Como explica la FAO (2014b), la FDP consiste en colocar “briquetas” de urea directamente en la zona radicular (a 7–10 cm de profundidad) para aumentar la eficiencia del uso del nitrógeno y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

² La información relativa a este caso de estudio es proporcionada por FAO (2018).



- **Resultados**

La adopción de estas técnicas condujo a mejoras medibles en la tríada suelo-clima-plantas. Branca et al. (2018) encontraron que la SIP se correlacionó positivamente con un aumento del 8 por ciento en el rendimiento, mientras que el uso de variedades mejoradas incrementó la producción en un 10 por ciento adicional. En las zonas donde se aplicó MT, la pérdida de suelo en pendientes se redujo drásticamente, y el “efecto esponja” de la cobertura de residuos permitió que el maíz sobreviviera con mayor eficacia a las sequías tempranas de la temporada en comparación con las parcelas convencionales.

- **Lecciones aprendidas**

La lección clave de la NMR es que los datos climáticos específicos del lugar son esenciales para determinar qué prácticas son realmente “inteligentes frente al clima”. Aunque las prácticas sostenibles mejoran la rentabilidad en promedio, su éxito depende en gran medida del momento; por ejemplo, el MT es más eficaz en años con pocas lluvias al inicio de la temporada. Esto subraya la necesidad de servicios de asesoramiento basados en TIC que ayuden a los agricultores a ajustar sus decisiones de manejo según los pronósticos meteorológicos en tiempo real.

2.4.3. Cosecha de agua mediante hoyos de plantación (Malawi)³

- **Antecedentes**

En las regiones áridas y semiáridas de Malawi, los pequeños agricultores enfrentan una amenaza constante de inseguridad alimentaria debido a la precipitación errática. En este caso, estos agricultores dependen de sistemas de secano en los que incluso una breve interrupción de la temporada de lluvias puede provocar la pérdida total de los cultivos.

- **Problema identificado**

³ Information regarding this case study is provided by FAO (2018).



La principal barrera para la productividad era la baja permeabilidad de los suelos degradados. La agricultura convencional había dejado la superficie del suelo desnuda y endurecida, haciendo que la mayor parte de la lluvia escurriera en lugar de infiltrarse en la zona radicular. Esto generaba una alta sensibilidad climática, ya que las plantas no tenían reservas de agua para soportar los periodos secos que ocurren cada vez con más frecuencia durante la temporada de crecimiento.

- **Solución implementada**

Los agricultores adoptaron una tecnología tradicional de cosecha de agua conocida como Pit Planting (hoyos zai). Esta técnica consiste en cavar pequeños hoyos (de 20–30 cm de lado y 10–20 cm de profundidad) y llenarlos con una mezcla de tierra fértil, estiércol y residuos de cultivo. Este método actúa como una “esponja” localizada, capturando y concentrando tanto el agua de lluvia como los nutrientes directamente alrededor del sistema radicular de la planta (FAO, 2018; Lynch & Mkoka, 2017).

- **Resultados**

La implementación de los hoyos zai ha transformado la producción en distritos vulnerables. La FAO (2018) informa que un estudio encontró que los agricultores que utilizaban este método en Malawi obtuvieron rendimientos un 79 por ciento superiores a los de quienes empleaban la siembra convencional en superficie plana. Al optimizar los ciclos de agua y carbono a microescala (el hoyo), el sistema permite que los cultivos sobrevivan a periodos prolongados de sequía que, de otro modo, resultarían en pérdidas totales.

- **Lecciones aprendidas**

Este caso demuestra que el conocimiento tradicional de bajo coste puede ser una herramienta poderosa para la adaptación climática cuando se combina con una comprensión científica de la biología del suelo. Según la FAO (2018) y Kaczan et al. (2013), el éxito de los hoyos depende del “retorno de materia orgánica” (estiércol/residuos), lo que confirma que mantener el carbono del suelo es la forma más eficaz de proteger los sistemas de pequeños agricultores frente a la creciente volatilidad del clima global.



2.5. Herramientas y Recursos útiles

La transición hacia un modelo restaurativo dentro de la tríada suelo-clima-plantas se apoya en un conjunto creciente de tecnologías especializadas, plataformas y materiales educativos. Estos recursos permiten que formadores y productores pasen de una comprensión conceptual a un manejo de campo preciso y basado en evidencia.

La gestión regenerativa moderna utiliza datos de alta resolución para cerrar brechas de información a escala predial. Según Basist et al. (2018), las mediciones satelitales de humedad superficial y temperatura son insumos esenciales para monitorear la gestión del agua y predecir rendimientos en tiempo casi real, proporcionando una señal superior del estado de los cultivos cuando se combinan con el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI). Para mejorar la precisión de las intervenciones a nivel de campo, Zilberman et al. (2018) y la FAO (2018) destacan la importancia de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), como los servicios de asesoramiento basados en teléfonos móviles, que entregan pronósticos meteorológicos localizados y datos de mercado directamente a comunidades agrícolas remotas. En el plano operativo, la FAO (2018) recomienda el uso de innovaciones biológicas y mecánicas de bajo coste, incluidas cercas eléctricas alimentadas por energía solar para ajustar con precisión la presión de pastoreo y maquinaria de siembra mejorada que permite la “siembra en seco” o siembra temprana para adaptarse a los cambios en las temporadas de lluvia. Además, para la gestión del carbono, la FAO (2014b) describe el uso de Modelos Biogeoquímicos para estimar la captura de carbono en el suelo sin los costos prohibitivos de mediciones de laboratorio constantes y directas.

La orientación técnica integral está disponible en varios manuales fundamentales. El **Climate-Smart Agriculture Sourcebook** de la FAO (2013) proporciona un marco global para definir prácticas de CSA y vínculos conceptuales con la intensificación sostenible. Específicamente para los profesionales de campo, el **Climate-Smart Agriculture Training Manual** de la FAO (2018) sirve como referencia principal para los agentes de extensión, ofreciendo un enfoque de dos niveles que combina fundamentos teóricos con ejercicios prácticos sobre adaptación y mitigación. Para quienes implementan sistemas integrados de estilo mediterráneo, Gràcia et al. (2021) proporcionan el **Polyfarming System Manual**, que detalla el diseño y la



implementación de modelos restaurativos utilizando recursos forestales y pastoreo dirigido. Además, el *Participatory Integrated Climate Services for Agriculture (PICSA) Field Manual* se cita como una herramienta prometedora para combinar información climática con planificación y presupuestación agrícola participativa (Thornton et al., 2018).

Las plataformas de datos integradas también ofrecen potentes marcos de apoyo a la toma de decisiones para evaluar las compensaciones entre diferentes estrategias de manejo. Capalbo et al. (2018) destacan la plataforma AgBiz Logic™, que incluye módulos específicos como AgBizClimate para proyecciones de rendimiento bajo escenarios climáticos alternativos y AgBizEnvironment para cuantificar cambios en la pérdida de suelo, la captura de carbono y las emisiones de GEI. Para evaluaciones de impacto a escala regional, Antle et al. (2018) describen el TOA-MD (Tradeoff Analysis Model for Multi-dimensional Impact Assessment), una herramienta basada en simulaciones que identifica tasas de adopción tecnológica y vulnerabilidades económicas dentro de poblaciones agrícolas heterogéneas. Además, la plataforma virtual de aprendizaje RegAgri4Europe (2022) proporciona un centro unificado para la formación profesional en habilidades regenerativas, incluidas lecciones sobre suelos vivos y diseño keyline. Otras plataformas globales esenciales incluyen el World Bank Climate Change Knowledge Portal y la FAO Harmonized World Soil Database (HWSD), que son fundamentales para controlar los efectos de la calidad del suelo sobre los incentivos de adaptación (Arslan et al., 2018; FAO, 2018).

Los profesionales utilizan herramientas de diagnóstico cualitativo para facilitar evaluaciones de campo en tiempo real. La *Soil Health Scorecard*, basada en criterios de Gràcia et al. (2021) y de la Asociación de Agricultura Regenerativa Ibérica & CREAM (2026), permite el análisis visual de agregados del suelo, abundancia de raíces y macrofauna sin necesidad de equipamiento de laboratorio. Para la gestión del riesgo, los seguros meteorológicos basados en índices actúan como un mecanismo de apoyo fundamental; como señalan Mullins et al. (2018) y la FAO (2018), estos productos pueden vincularse a la adopción de técnicas específicas de CSA, proporcionando una red de seguridad financiera que fomenta la innovación. Finalmente, las visitas de intercambio entre agricultores en áreas de “análogos climáticos”, donde las condiciones actuales reflejan los climas futuros proyectados para otra región, funcionan como herramientas de aprendizaje experiencial de alto



valor para catalizar la adopción de estrategias adaptativas específicas del lugar (FAO, 2014b).

2.6. Actividades Prácticas

Estas actividades prácticas están diseñadas para traducir las interconexiones teóricas de la tríada suelo-clima-plantas en diagnósticos de campo observables y habilidades de manejo. Enfatizan la transición de una visión agrícola basada en “soporte químico” hacia un enfoque de “ecosistema vivo”.

2.6.1. La tarjeta de salud del suelo: diagnóstico de campo

- **Objetivo**

Capacitar a los participantes para identificar indicadores cualitativos de salud del suelo directamente en el campo, permitiendo diagnósticos rápidos de la red trófica del suelo y de su capacidad de secuestro de carbono sin depender inmediatamente de equipos de laboratorio.

- **Materiales necesarios**

Palas, bandejas plásticas blancas o lonas, botellas de spray con agua, tarjetas impresas, bolígrafos y 2-3 muestras de suelo de diferentes historiales de manejo (por ejemplo, un suelo forestal, un campo labrado y un pastizal permanente).

- **Instrucciones paso a paso con tiempo**

- 1. Introducción a los indicadores visuales (15 min):** El facilitador explica el significado técnico de los indicadores: Color (la oscuridad indica humus/carbono estable), Estructura (presencia de agregados tipo “requesón” frente a placas compactas) y Arquitectura radicular (el crecimiento vertical indica una porosidad saludable del suelo).
- 2. La “prueba de la pala” (30 min):** Los participantes se dividen en grupos. En una parcela de manejo, excavan un bloque de suelo (aprox. 20x20x20 cm).



Observan la distribución de agregados y la profundidad de penetración de las raíces, registrando los hallazgos en la tarjeta.

- 3. Conteo biológico y prueba de aroma (25 min):** Los bloques de suelo se desmenuzan sobre bandejas blancas. Los participantes cuentan lombrices y otra macrofauna visible (indicadores de una red trófica del suelo funcional). Realizan la “prueba del olor”, identificando el aroma dulce y terroso de la geosmina, que señala una actividad microbiana aeróbica saludable.
- 4. Discusión plenaria (20 min):** Los grupos comparan sus tarjetas. El facilitador dirige una discusión sobre cómo diferentes prácticas de manejo (por ejemplo, labranza frente a siembra directa) causaron directamente las diferencias físicas y biológicas observadas.

- **Criterios de evaluación**

Los participantes identifican y diferencian correctamente entre estructuras “masivas/compactas” y “agregadas/porosas” y correlacionan con precisión el color del suelo con la presencia de materia orgánica y reservas de carbono.

2.6.2. El rompecabezas de la relación C/N: equilibrar el “combustible microbiano”

- **Objetivo**

Dominar la gestión del retorno de materia orgánica equilibrando las fuentes de carbono y nitrógeno para optimizar los procesos de humificación (fertilidad a largo plazo) frente a la mineralización (liberación rápida de nutrientes).

- **Materiales necesarios**

Muestras de residuos orgánicos locales: “verdes” (pasto fresco, restos de leguminosas, estiércol fresco) y “marrones” (paja, astillas de madera/BRF, biocarbón, hojas secas). Papelógrafos y marcadores.

- **Instrucciones paso a paso con tiempo**

- 1. Sesión sobre el principio 24:1 (20 min):** El facilitador explica la necesidad biológica de las bacterias del suelo: la relación C/N. Si la relación es demasiado



baja, se pierde carbono del suelo; si es demasiado alta, el nitrógeno queda temporalmente “inmovilizado”.

- 2. Mapeo de recursos (30 min):** Los grupos enumeran los materiales orgánicos disponibles en sus propias fincas o en sus comunidades locales balcánicas (por ejemplo, residuos forestales, rastrojo de maíz, estiércol de ganado).
- 3. El desafío de la “mezcla de acolchado” (50 min):** Usando las muestras proporcionadas, los grupos deben diseñar una “receta de acolchado” ideal para una parcela degradada. Deben justificar el volumen de “marrones” (para estabilidad y efecto esponja) frente a “verdes” (para el impulso de nutrientes) según el objetivo de 24:1.
- 4. Revisión grupal (20 min):** Los grupos presentan sus mezclas. El facilitador destaca la importancia de incorporar BRF (madera fragmentada) o biocarbón para superar el “bache de transición” en la productividad mediante la reintroducción de comunidades fúngicas.

- **Criterios de evaluación**

Los participantes diseñan con éxito una mezcla de acolchado que evita el riesgo de inmovilización de nitrógeno y maximiza el retorno de carbono estable para la formación de humus.

2.6.2. Diseñando el “campo de colaboración”: biodiversidad funcional

- **Objetivo**

Aplicar el principio de biodiversidad funcional diseñando agroecosistemas donde distintas especies colaboren para mejorar la fertilidad del sitio y la retención de agua en lugar de competir por nutrientes solubles.

- **Materiales necesarios**

Plantillas grandes de mapas de fincas, “tarjetas de información de plantas” (que muestran profundidad de raíces, capacidad de fijación de nitrógeno y necesidades hídricas de cultivos balcánicos como maíz, frijoles y cultivos de cobertura), marcadores de colores.



- **Instrucciones paso a paso con tiempo**

1. **Sesión sobre colaboración vs. competencia (20 min):** Se discuten los beneficios técnicos del intercalado y las rotaciones: compartir redes micorrícicas, variar profundidades radicales para acceder al agua y proporcionar fijación interna de nitrógeno.
2. **Tarea de diseño agroecosistémico (60 min):** En grupos pequeños, los participantes diseñan una rotación de cultivos de 3 años o un esquema de policultivo para una finca local. El diseño debe asegurar cobertura permanente del suelo e incluir al menos una sinergia leguminosa-cereal.
3. **Prueba de estrés “pendiente balcánica” (30 min):** Los participantes deben ajustar su diseño para una ladera (más de 15°). Se les desafía a integrar lógica de “keyline” o franjas vegetativas para maximizar la infiltración de lluvia (el “sistema esponja”) y prevenir la erosión.
4. **Presentación (10 min):** Cada grupo explica cómo sus diversas arquitecturas vegetales reducen la sensibilidad de la finca a olas de calor extremas y lluvias repentinas.

- **Criterios de evaluación**

Inclusión de especies con arquitecturas radicales complementarias y presencia de leguminosas fijadoras de nitrógeno que reduzcan de manera demostrable la necesidad de fertilizante sintético.

3. Conclusión

La exploración técnica presentada en este módulo establece que la agricultura regenerativa no es simplemente una ideología alternativa, sino una respuesta científica a la degradación sistémica de los sistemas agroalimentarios. El núcleo de este enfoque restaurativo es el reconocimiento del suelo como un ecosistema vivo complejo, la red trófica del suelo, que actúa como el motor principal de la productividad y la resiliencia. Según Gràcia et al. (2021), dominar la simbiosis planta-microbio — donde las plantas proporcionan exudados ricos en carbono para impulsar la actividad microbiana a cambio de nutrientes biodisponibles— permite una transición de la dependencia química de altos insumos a un modelo sustentado por fertilidad biológica



interna. Además, el módulo destacó la necesidad técnica de gestionar el equilibrio entre mineralización y humificación para construir reservas estables de carbono e integridad estructural.

La relevancia práctica de estas interconexiones es especialmente urgente para la región de los Balcanes, donde los terrenos montañosos y los patrones climáticos erráticos aumentan el riesgo de erosión e inundaciones. Como demuestran Gràcia et al. (2021), un suelo manejado bajo principios regenerativos, rico en humus estable, se transforma en un “sistema esponja” capaz de absorber hasta 150 litros de agua por metro cuadrado en una hora, proporcionando el seguro natural más eficaz tanto contra inundaciones repentinas como contra sequías prolongadas. Esta capacidad de gestionar los ciclos del agua y del carbono a escala predial cumple con los tres pilares interconectados de la Agricultura Climáticamente Inteligente (CSA): aumentar la productividad de manera sostenible, mejorar la adaptación y proporcionar una mitigación significativa mediante el secuestro de carbono.

Los alumnos pueden aplicar este conocimiento adquirido de inmediato mediante diagnósticos cualitativos de campo, utilizando herramientas como la *Soil Health Scorecard* para evaluar indicadores como el aroma del suelo, la estabilidad de los agregados y la presencia de lombrices directamente en el campo. Al aplicar el principio de la relación C/N, los productores pueden gestionar eficazmente el retorno de materiales orgánicos, equilibrando las fuentes de nitrógeno “verdes” con los residuos de carbono “marrones” para optimizar la creación de humus. Además, los formadores ahora están capacitados para diseñar “campos de colaboración” basados en la biodiversidad funcional, utilizando especies con arquitecturas radiculares complementarias para maximizar el ciclo de nutrientes y la resiliencia específica del sitio. Esta base biológica prepara el terreno para el Módulo 3: *Farming for the Future: Animals in Agroecosystems*, donde se explorará en detalle el papel del ganado como herramienta especializada para acelerar la regeneración del suelo.



4. Glosario

- **Acolchado:** significa una capa protectora de material orgánico (como paja o astillas de madera) aplicada sobre la superficie del suelo para reducir la evaporación, suprimir malezas y amortiguar la temperatura del suelo.
- **Agricultura Climáticamente Inteligente (CSA):** significa un enfoque integrado de gestión del paisaje que busca aumentar la productividad de manera sostenible, mejorar la adaptación y resiliencia al cambio climático y reducir o eliminar las emisiones de gases de efecto invernadero.
- **Biocarbón:** significa un carbón estable y rico en carbono producido mediante la pirólisis de biomasa vegetal (calentamiento en ausencia de oxígeno) que, al añadirse al suelo, mejora la retención de agua y nutrientes y proporciona secuestro de carbono a largo plazo.
- **Biodiversidad funcional:** significa la integración estratégica de especies diversas que desempeñan funciones ecológicas específicas (como fijación de nitrógeno o acceso a agua en profundidad) para pasar de la competencia entre especies a la colaboración ecológica.
- **Bocashi:** significa un fertilizante orgánico fermentado producido mediante la semidescomposición aeróbica rápida de residuos orgánicos utilizando microorganismos especializados, que fertiliza simultáneamente las plantas y mejora la estructura del suelo.
- **BRF (Bois Raméal Fragmenté):** significa astillas de madera fragmentada producidas a partir de ramas pequeñas y frescas (menos de 7 cm de diámetro) que alimentan a los hongos del suelo para crear humus estable de estilo forestal de alta calidad.
- **Cultivos de cobertura:** significa especies vegetales específicas cultivadas principalmente para proteger la superficie del suelo de la erosión, suprimir malezas y aumentar el contenido de materia orgánica durante los periodos en que el cultivo principal no está presente.
- **Diseño keyline:** significa un sistema de gestión del paisaje que utiliza los contornos topográficos naturales para distribuir la lluvia de manera uniforme en una propiedad, maximizando la infiltración y evitando la erosión en pendientes.



- **Exudados:** significa carbohidratos ricos en carbono y otros compuestos producidos durante la fotosíntesis que las plantas liberan a través de sus raíces para alimentar y estimular la actividad de la red trófica del suelo.
- **Geosmina:** significa una sustancia química producida por bacterias y hongos del suelo sano que da a un suelo productivo y aeróbico su característico aroma dulce y terroso.
- **Humificación:** significa el proceso biológico impulsado por hongos que transforma los residuos orgánicos en humus estable, garantizando estructura del suelo a largo plazo y un gran almacenamiento de carbono.
- **Humus:** significa la fracción estable y de color oscuro de la materia orgánica del suelo que resulta de una descomposición avanzada; es el componente principal responsable de la capacidad “esponja” del suelo y del intercambio de nutrientes.
- **Materia orgánica del suelo (MOS):** significa la fracción orgánica total del suelo compuesta por residuos vegetales y animales en diversas etapas de descomposición, que sirve como indicador principal de la salud del suelo y del secuestro de carbono.
- **Microorganismos de montaña:** significa una comunidad diversa de bacterias, hongos y levaduras nativas obtenidas directamente del humus forestal y utilizadas para crear biofertilizantes adaptados a las condiciones ambientales locales.
- **Mineralización:** significa el proceso bacteriano mediante el cual la materia orgánica se descompone rápidamente para liberar nutrientes solubles; aunque necesario para el crecimiento vegetal, la mineralización excesiva (a menudo causada por la labranza) conduce a la pérdida de materia orgánica y estructura del suelo.
- **Policultivo:** significa la práctica de cultivar dos o más cultivos diferentes simultáneamente en el mismo campo para optimizar el uso de recursos y distribuir los riesgos climáticos.
- **Red trófica del suelo:** significa la comunidad compleja de organismos vivos — incluidas bacterias, hongos, protozoos, nematodos y lombrices— que impulsa el ciclo de nutrientes y la fertilidad biológica interna dentro de un agroecosistema.



- **Relación C/N:** significa el equilibrio numérico entre Carbono (C) y Nitrógeno (N) en materiales orgánicos; una relación de aproximadamente 24:1 es el “combustible microbiano” requerido para que las bacterias descompongan los residuos sin agotar las reservas de carbono existentes en el suelo.
- **Siembra directa (no-till):** significa una práctica de manejo que elimina el volteo o arado de las capas del suelo para preservar la integridad estructural, mantener la microbiología y evitar la oxidación del carbono almacenado.
- **Simbiosis planta-microbio:** significa la relación multidireccional esencial en la que las plantas proporcionan energía carbonada (exudados) a los organismos del suelo a cambio de minerales y nutrientes biodisponibles proporcionados por la actividad microbiana.
- **Sistema “esponja”:** significa el estado físico de un suelo bien estructurado y rico en humus que puede absorber y retener hasta 150 litros de agua por metro cuadrado en una sola hora, protegiendo la finca tanto de inundaciones como de sequías.
- **Sistema agro-silvo-pastoral:** significa un modelo de producción que integra árboles, ganado y cultivos en la misma tierra para crear ciclos circulares de nutrientes y mejorar las sinergias ecológicas.
- **Sumidero de carbono:** significa cualquier reservorio natural, como suelos sanos o bosques en crecimiento, que elimina eficazmente CO₂ de la atmósfera y lo almacena en formas orgánicas estables.



Referencias

Antle, J. M., Homann-KeeTui, S., Descheemaeker, K., Masikati, P., & Valdivia, R. O. (2018). Using AgMIP regional integrated assessment methods to evaluate vulnerability, resilience and adaptive capacity for climate smart agricultural systems. In L. Lipper et al. (Eds.), *Climate Smart Agriculture: Building Resilience to Climate Change* (pp. 307–333). Springer.

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

Basist, A., Dinar, A., Blankespoor, B., Bachiochi, D., & Houba, H. (2018). Use of satellite information on wetness and temperature for crop yield prediction and river resource planning. In L. Lipper et al. (Eds.), *Climate Smart Agriculture: Building Resilience to Climate Change* (pp. 77–104). Springer.

Branca, G., Arslan, A., Paolantonio, A., Cavatassi, R., McCarthy, N., VanLinh, N., & Lipper, L. (2018). Economic analysis of improved smallholder paddy and maize production in Northern Viet Nam and implications for Climate-Smart Agriculture. In L. Lipper, N. McCarthy, D. Zilberman, S. Asfaw, & G. Branca (Eds.), *Climate Smart Agriculture: Building Resilience to Climate Change* (pp. 563–597). Springer.

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 et al. (Eds.), *Climate Smart Agriculture: Building Resilience to Climate Change* (pp. 173–197). 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*. CREA.

Kaczan, D., Arslan, A., & Lipper, L. (2013). Climate-smart agriculture? A review of current practice of agroforestry and conservation agriculture in Malawi and Zambia. *ESA Working Paper 13-07, FAO*.

Lynch, C. & Mkoka, S. (2017). Water smart agriculture: Tools for an equitable and food secure future. *SPORE*, 187.

McCarthy, N., Lipper, L., & Zilberman, D. (2018). Economics of Climate Smart Agriculture: An overview. In L. Lipper et al. (Eds.), *Climate Smart Agriculture: Building Resilience to Climate Change* (pp. 31–48). Springer.

Mullins, J., Zivin, J. G., Cattaneo, A., Paolantonio, A., & Cavatassi, R. (2018). The adoption of climate smart agriculture: The role of information and insurance under climate change. In L. Lipper et al. (Eds.), *Climate Smart Agriculture: Building Resilience to Climate Change* (pp. 353–384). Springer.

Nicholls, C. I., Altieri, M. A., & Vazquez, L. (2016). Agroecology: Principles for the conversion and redesign of farming systems. *Journal of Ecosystem & Ecography*, S5, 1.

Ortiz-Bobea, A. (2018). U.S. Maize yield growth and countervailing climate change impacts. In L. Lipper et al. (Eds.), *Climate Smart Agriculture: Building Resilience to Climate Change* (pp. 161–172). Springer.

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

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 et al. (Eds.), *Climate Smart Agriculture: Building Resilience to Climate Change* (pp. 385–423). Springer.



Zilberman, D., Lipper, L., McCarthy, N., & Gordon, B. (2018). Innovation in response to climate change. In L. Lipper et al. (Eds.), *Climate Smart Agriculture: Building Resilience to Climate Change* (pp. 49–76). Springer.



Anexos

1. Visualizando el “sistema esponja” (ilustración de infiltración)

La representación de la Figura 1 (derivada de datos de Gràcia et al., 2021) se elaboró para ilustrar la diferencia radical en la absorción de agua entre suelos degradados y suelos regenerativos. Demuestra que, mientras un suelo desnudo y labrado puede sellarse después de solo unos pocos litros de lluvia, un “sistema esponja” regenerativo puede absorber hasta 150 litros por metro cuadrado en una hora. Esta es la herramienta de adaptación principal para que la región de los Balcanes sobreviva a inundaciones repentinas y sequías estivales (Gràcia et al., 2021; FAO, 2018).



Figura 1. Infiltración de agua en suelos degradados vs. suelos regenerativos: ilustración creada por el autor basada en Gràcia et al. (2021) que muestra el contraste en la capacidad de absorción de agua.

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

