

GOOD - Agroecología para las malas hierbas: construyendo una red de manejo agroecológico de malas hierbas

GOOD - Agroecology for Weeds: Building an Agroecological Weed Management Network

Maria D. Osuna¹, María Ramos¹, Ana de Santiago¹, Valentín Maya¹, Jorge Baptista²,
Micha Groenewegen², Rui S. Oliveira³, José P. Sousa³, Maria Celeste Dias³, Joana Costa³,
Marie Bartz³, Maria Rosa Mosquera⁴, Nuria Ferreiro⁴, Ana Couso Viana⁴, Paula Castro³,
Alexandros Tataridas^{3,*} & Helena Freitas³

¹ Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX), Guadajira (Badajoz), España

² Living Seeds-Sementes Vivas, Idanha-a-Nova, Portugal

³ Centre for Functional Ecology: Science for People and the Planet (CFE), Associate Laboratory TERRA, Department of Life Sciences, University of Coimbra, Portugal

⁴ Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, Universidad de Santiago de Compostela, España

(*E-mail: atataridas@uc.pt)

<https://doi.org/10.19084/rca.34848>

Recibido/received: 2024.01.15

Aceptado/accepted: 2024.02.28

RESUMEN

Las hierbas adventicias afectan negativamente a la sostenibilidad de los sistemas agrícolas de la Unión Europea (UE), cuya gestión depende en gran medida de los herbicidas. La estrategia “de la granja a la mesa” de la UE tiene como objetivo promover la agroecología y la transición hacia sistemas agrícolas sostenibles y resilientes, incluyendo la reducción del uso de herbicidas. GOOD es un proyecto de 4 años de duración que adopta un enfoque multidisciplinar y aspira a crear y evaluar sistemas de gestión agroecológica de las malas hierbas (AWM, por sus siglas en inglés), y demostrar que la adopción de dicho sistema mejorará la sostenibilidad y la resiliencia de los sistemas de cultivo en toda Europa y fuera de ella. Este objetivo se logrará mediante el desarrollo, la evaluación y la demostración de combinaciones innovadoras de AWM utilizando cubiertas vegetales, microorganismos beneficiosos y herramientas digitales. Esto se llevará a cabo en *living-labs*, co-creados con las partes interesadas en 6 diferentes regiones pedoclimáticas de la UE, incluyendo cultivos anuales y perennes y sistemas de cultivo convencionales, ecológicos y mixtos. La combinación de prácticas agroecológicas sostenibles innovadoras y validadas socioeconómicamente generará beneficios sociales, económicos y medioambientales mediante la reducción o eliminación de insumos químicos y el uso optimizado de los recursos naturales. GOOD creará una Red de Gestión Agroecológica de las Malas Hierbas (AWMN), invitando a profesionales de la agroecología de todos los continentes al diálogo y al intercambio de conocimientos y mejores prácticas hacia sistemas agrícolas diversificados basados en la agroecología.

Palabras clave: agroecología, sostenibilidad, gestión de malas hierbas, sinergias

ABSTRACT

Weeds negatively affect the sustainability of farming systems in the European Union (EU), the management of which relies heavily on herbicides. The EU's farm-to-fork strategy aims to promote agroecology and the transition to sustainable and resilient farming systems, including the reduction of herbicide use. GOOD is a 4-year project that takes a multidisciplinary approach and aims to create and evaluate agroecological weed management (AWM) systems, and demonstrate that the adoption of such a system will improve the sustainability and resilience of farming systems across Europe and beyond. This objective will be achieved through the development, evaluation and demonstration of innovative combinations of AWM using cover crops, beneficial microorganisms and digital tools. This will be carried out in *living-labs*, co-created with stakeholders in 6 different EU pedoclimatic regions, including annual and perennial crops and conventional, organic and mixed cropping systems. The combination of innovative and socio-

economically validated sustainable agroecological practices will generate social, economic and environmental benefits through the reduction or elimination of chemical inputs and optimized use of natural resources GOOD will create an Agroecological Weed Management Network (AWMN), inviting agroecology practitioners from all continents to dialogue and exchange knowledge and best practices towards diversified agroecology-based farming systems.

Keywords: agro-ecology, sustainability, weed management, synergies

INTRODUCCIÓN

En el panorama actual de la agricultura mundial, la necesidad de reducir o eliminar el uso de herbicidas se ha hecho cada vez más evidente, impulsado por una confluencia de preocupaciones medioambientales, sanitarias y de sostenibilidad. El aumento de la resistencia a los herbicidas entre las poblaciones de malas hierbas se ha convertido en problema importante, que limita su uso y hace necesario el uso de alternativas sostenibles de control de malas hierbas (Tataridas *et al.*, 2022). Por otra parte, el impacto de los estos compuestos en la salud del suelo incrementa aún más la urgencia de la transición hacia una gestión de las malas hierbas ecológicamente racional. Al examinar los múltiples retos que plantean los herbicidas sintéticos y dilucidar los riesgos asociados, esta investigación, asociada a un proyecto financiado con fondos europeos, conlleva una exploración exhaustiva de alternativas, promoviendo el desarrollo y la

adopción de prácticas agroecológicas sostenibles que mitiguen los efectos adversos de los herbicidas, salvaguardando el futuro de la agricultura y la salud de nuestro planeta.

¿POR QUÉ LA GESTIÓN AGROECOLÓGICA DE LAS MALAS HIERBAS?

La agroecología es un enfoque global que se basa y maximiza el uso de las funcionalidades del ecosistema natural para apoyar la producción agrícola. Aplicado al control de las malas hierbas, consistirá en medios preventivos o curativos para romper los ciclos de desarrollo de las malas hierbas y evitar así que sean perjudiciales para el cultivo principal. Estos medios se basarán en mecanismos naturales de regulación entre las especies vegetales, entre ellas o con el microbioma del suelo, o incluso induciendo un cambio temporal en la aparición de las malas hierbas. Otros métodos alternativos

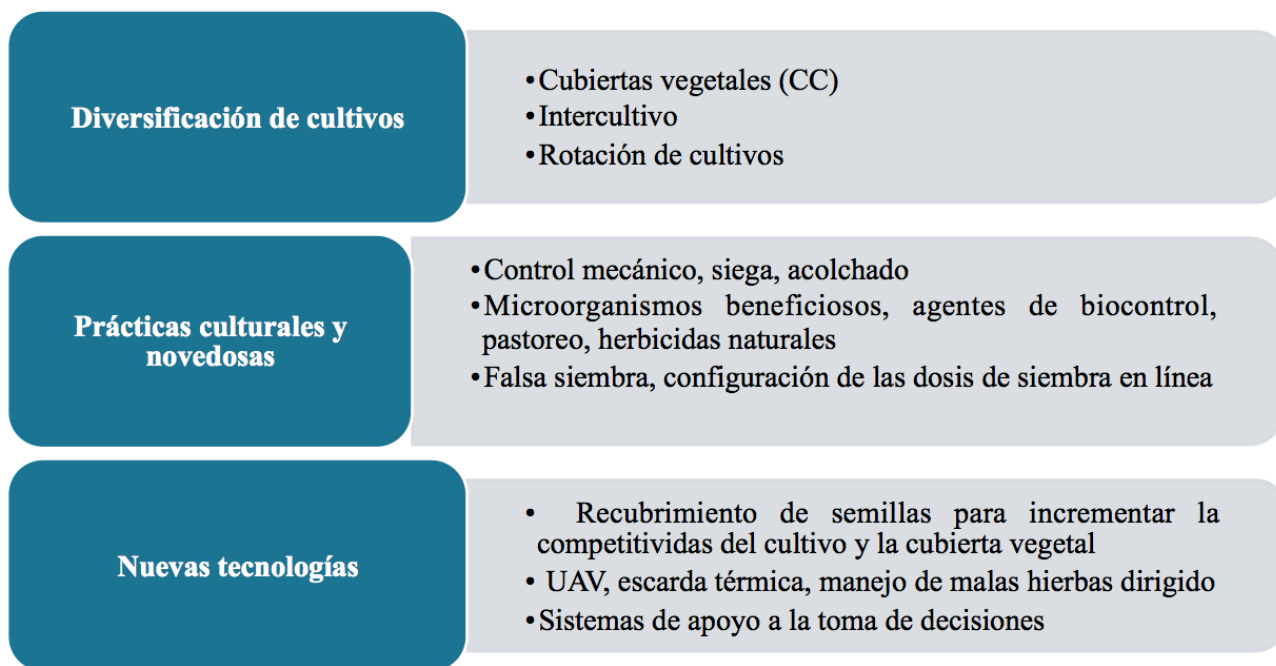


Figura 1 - Pilares de la gestión agroecológica de las malas hierbas y sus estrategias.

(mecánicos, físicos, digitales) también pueden combinarse con estas alternativas naturales, que, por sí solas, probablemente sólo sean parcialmente eficaces. La gestión agroecológica de las malas hierbas (AWM, Agroecological Weed Management) se considera un tema de actualidad en Malherbología, que amplía el alcance de la gestión integrada, sostenible y ecológica de las malas hierbas al implicar y capacitar a las personas para tomar decisiones más racionales sobre la protección de los cultivos, el diseño de sistemas agrícolas y la conservación de los agroecosistemas. Aunque los enfoques de la AWM podrían definirse de muchas maneras, podría afirmarse que existen principalmente tres pilares (diversificación de cultivos, prácticas culturales y novedosas, nuevas tecnologías) que responden a las necesidades de simplificación, mejora y digitalización de la agricultura (Figura 1).

La diversificación de cultivos y, en particular, la siembra de cubiertas vegetales es una de las piedras angulares de la agricultura de conservación aplicada a los cultivos herbáceos y perennes. El uso de cubiertas vegetales para la gestión de las malas hierbas se basa en las relaciones de dominancia que existen entre las especies vegetales, basadas principalmente en dos tipos de mecanismos: la competencia y, probablemente en menor medida, la alelopatía.

Entre las prácticas culturales y novedosas, cabe mencionar el auge actual del uso de microorganismos beneficiosos para sustituir a los insumos químicos. Por ejemplo, los hongos micorrícicos arbusculares (HMA) son endofitos obligados de las raíces que obtienen carbohidratos de las plantas. Las interacciones entre plantas y HMA pueden variar desde altamente mutualistas a antagonistas (Rinaudo *et al.*, 2010; Säle *et al.*, 2022). Esto podría aprovecharse para contribuir al control de las malas hierbas en los agroecosistemas: así, los HMA pueden tener un efecto supresor directo sobre el crecimiento de muchas malas hierbas pertenecientes a familias que no son huéspedes habituales de los HMA (especies no micorrícicas); también podrían actuar indirectamente mejorando la capacidad competitiva de las especies de cultivo en detrimento de algunas especies de malas hierbas micorrícicas o no micorrícicas (El Omari y El Ghachtouli, 2021). La forma más sencilla de enriquecer

el suelo con HMA es inocularlos a las semillas antes de la siembra.

En los últimos años han aparecido nuevas tecnologías para ayudar a los agricultores en su toma de decisiones. El desarrollo de herramientas de detección e incluso de identificación de las malas hierbas abre una vía innovadora para reducir las operaciones de desherbado (químico o incluso mecánico) y orientar mejor las intervenciones de lucha contra las malas hierbas. Combinadas con pulverizadores de precisión, pueden dirigirse únicamente a las malas hierbas presentes y reducir así considerablemente las cantidades de herbicidas pulverizadas por hectárea. Más allá de aplicaciones de precisión, estas herramientas de detección pueden ser útiles a los agricultores (tanto en cultivos anuales como perennes) para tener una visión general de las malas hierbas presentes en su campo en un momento dado, y así razonar mejor sus intervenciones de desherbado (mejor elección de las materias activas, posicionamiento de las operaciones mecánicas, etc.).

EL PROYECTO AGROECOLOGÍA PARA LAS MALAS HIERBAS (GOOD)

Los agricultores europeos llevan mucho tiempo luchando contra las arvenses, principalmente con el uso de herbicidas, lo que dificulta su transición hacia una agricultura sostenible. El proyecto **Agroecology for Weeds - GOOD** (GA: 101083589) [<https://www.goodhorizon.eu>], financiado por la UE, pretende abordar este problema desarrollando estrategias de gestión de las malas hierbas basadas en la agroecología. El proyecto pretende reducir el uso de herbicidas por parte de los agricultores y, al mismo tiempo, mejorar la eficiencia, la resiliencia y la sostenibilidad. Para lograrlo, se crearán una serie de *living labs* (LL) con el apoyo de las partes interesadas. Estos *living labs* promoverán la colaboración a través de una **Red de Gestión Agroecológica de las Malas Hierbas** (AWMN, Agroecological Weed Management Network) especializada y facilitarán la introducción, difusión y demostración de prácticas agroecológicas innovadoras para la gestión de las malas hierbas. El proyecto cuenta con 20 socios de 11 países europeos.

La metodología del Proyecto GOOD está basada en cuatro principios (Figura 2):

1) **Conocimiento:** Creación de base de datos, y otras actividades de creación conjunta, dentro de la red para referenciar e identificar las necesidades existentes, las barreras y los factores que afectan a la toma de decisiones de los agricultores y construir un ecosistema sólido y coherente para las actividades englobadas en GOOD.

2) **Investigación:** Realización de actividades de investigación y demostraciones que proporcionarán pruebas científicas y sólidas de combinaciones óptimas e innovadoras de enfoques globales de gestión agroecológica de malas hierbas, incluyendo evaluaciones del impacto social, económico y medioambiental, la sostenibilidad general y el rendimiento, así como las ventajas y desventajas de las diferentes estrategias alternativas de control de arvenses. Los *living-labs* se crearán conjuntamente con las partes interesadas y se establecerán en 6 condiciones pedoclimáticas de la UE, tanto en cultivos anuales como perennes, para promover prácticas de manejo agroecológico en sistemas agrícolas

convencionales, ecológicos y mixtos. En concreto, en Portugal se han establecido LLs de caupi y olivar y en España de cerezo, arroz, viña y manzano. Se evaluará el uso y la combinación de cubiertas vegetales junto con varias prácticas culturales (entre ellas, acolchado, siega, falsa siembra, control mecánico, herbicidas biológicos, pastoreo), el uso de microorganismos beneficiosos (HMA) y herramientas digitales para la gestión agroecológica de las malas hierbas y el aumento de la productividad de los cultivos y de los ingresos de los agricultores. Los HMA se aislarán a partir de muestras de suelo tomadas en los diferentes LL, se multiplicarán en condiciones de laboratorio y, posteriormente, se inocularán a las semillas de las cubiertas vegetales seleccionadas. Se realizarán vuelos en los diferentes LL mediante UAV equipados con cámaras RGB de alta resolución con el fin de crear mapas de discriminación de malas hierbas para todos los sitios y ayudar a la gestión de malas hierbas específica del sitio, lo que a su vez permitirá combinaciones de soluciones. La identificación de las malas hierbas por LL permitirá a los socios de GOOD evaluar, ajustar y optimizar el momento de aplicación de las estrategias AWM.

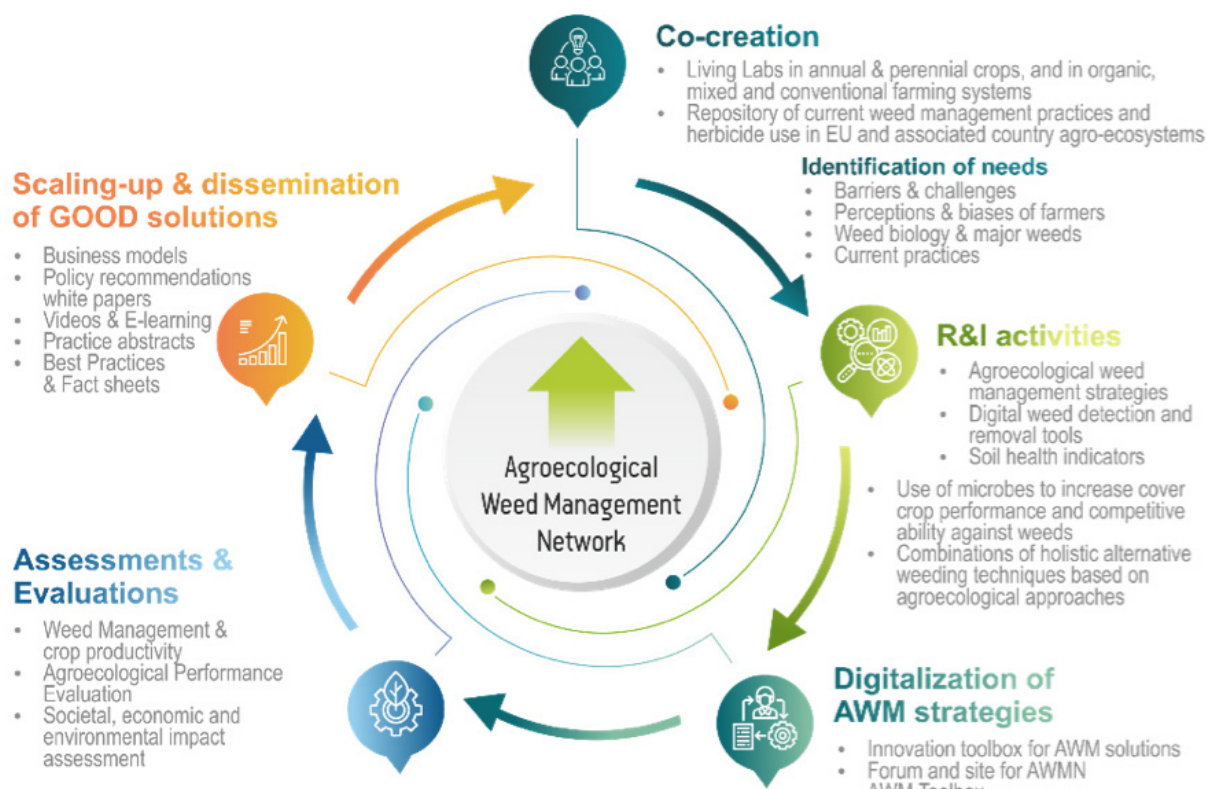


Figura 2 - Esquema sobre la metodología del proyecto GOOD.

3) **Sensibilización:** Se llevará a cabo a través de una serie de herramientas de acceso libre para las diversas partes interesadas, incluyendo un repositorio sobre manejo agroecológico que fomente la adopción de este tipo de soluciones, una “caja de herramientas digitales” de libre acceso para ayudar a la toma de decisiones para la gestión de arvenses, un módulo de formación sobre soluciones AWM que proporcione guías “fáciles de adoptar” y “a medida” e informes de buenas prácticas para ofrecer evidencia cuantitativa y cualitativa de la solución óptima en los países pertenecientes a la UE.

RESULTADOS

Teniendo en cuenta el valor de las herramientas en línea para la toma de decisiones de los agricultores, GOOD ha tratado de integrar este concepto de “caja de herramientas de apoyo a la toma de decisiones” dentro de la principal estrategia de manejo agroecológico del proyecto GOOD: los cultivos de cobertura. GOOD proporcionará a los agricultores (y a los investigadores) una herramienta basada en la web que podría ayudarles a tomar decisiones de adopción y gestión. Para ayudar a los agricultores a decidir qué cultivo de cobertura plantar en un campo y qué estrategias agroecológicas aplicar en el cultivo respectivo, GOOD desarrollará dicha “caja de herramientas” que se podrá usar a través de la web y será de acceso libre. Esto proporcionará a los usuarios finales recomendaciones de gestión de malas hierbas para cada campo basadas en factores de ubicación específicos del campo, dotaciones de mano de obra y restricciones políticas como las medidas vinculadas al Green Deal de la UE y la PAC de la UE. Será una herramienta fácil de usar que recibirá datos de entrada relacionados con las características de la explotación, la ubicación y la gestión y proporcionará información instantánea sobre las opciones de manejo agroecológico, para optimizar el desarrollo del cultivo.

En general, los resultados esperados de GOOD incluyen (i) un conjunto de buenas prácticas sobre técnicas de manejo agroecológico testadas en diferentes condiciones pedoclimáticas, cultivos y sistemas agrícolas y evaluadas en relación con su impacto económico, social y medioambiental, (ii) modelos de negocio validados que ofrezcan hojas de ruta para la integración exitosa del manejo agroecológico en las prácticas agrícolas en múltiples países así como recomendaciones políticas para el cambio hacia este sistema, (iii) una “caja de herramientas de manejo agroecológico” para facilitar a los agricultores la toma de decisiones a la hora implementar soluciones basadas en este tipo de manejo que estén validadas y sean rentables, (iv) una red de manejo agroecológico en la que participen las partes interesadas de toda la cadena de valor agroalimentaria de varios países para comprometerse e interactuar en la creación conjunta de conocimientos, (v) datos de libre acceso que ofrezcan nuevas perspectivas sobre el AWM, publicaciones científicas y artículos técnicos, un módulo de aprendizaje electrónico, y (vi) mapas de adventicias al que se podrá acceder de forma abierta, promoviendo la identificación de malas hierbas mediante esquemas de procesamiento de imágenes, como herramienta rentable para la gestión de las explotaciones y las malas hierbas.

FINANCIACIÓN

Financiado por la Unión Europea en virtud del acuerdo de subvención nº 101083589. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los del autor o autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea o REA. Ni la Unión Europea ni la autoridad que concede la subvención pueden ser consideradas responsables de las mismas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- El Omari, B. & El Ghachtouli, N. (2021) - Arbuscular mycorrhizal fungi-weeds interaction in cropping and unmanaged ecosystems: A review. *Symbiosis*, vol. 83, n. 3, p. 279-292. <https://doi.org/10.1007/s13199-021-00753-9>
- Rinaudo, V.; Bàrberi, P.; Giovannetti, M. & van der Heijden, M.G. (2010) - Mycorrhizal fungi suppress aggressive agricultural weeds. *Plant and Soil*, vol. 333, p. 7-20. <https://doi.org/10.1007/s11104-009-0202-z>
- Säle, V.; Sieverding, E. & Oehl, F. (2022) - Growth responses of three European weeds on different AMF species during early development. *Plants*, vol 11, n. 15, art. 2020. <https://doi.org/10.3390/plants11152020>
- Tataridas, A.; Kanatas, P.; Chatzigeorgiou, A.; Zannopoulos, S. & Travlos, I. (2022) - Sustainable crop and weed management in the era of the EU Green Deal: A survival guide. *Agronomy*, vol. 12, n. 3, art. 589. <https://doi.org/10.3390/agronomy12030589>