CONAMA 2026

Optimización del Uso del Agua y del Suelo en la Gestión Sostenible de Cultivos Leñosos Tradicionales de Montaña

Proyecto AQUAHUB

Edita: Fundación Conama

Año: 2026

Este documento está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.

Personas autoras de la presente comunicación técnica

Autor Principal de la comunicación: Jorge Mongil Manso. Director grupo de investigación Forest, Water & Soil, Universidad Católica de Ávila. jorge.mongil@ucavila.es

Otros Autores: Laura Monfort Butenegro. Investigadora, grupo de investigación Forest, Water & Soil, Universidad Católica de Ávila. laura.monfort@ucavila.es

Mónica Calvo Polanco, profesora, Instituto de Investigación en Agrobiotecnología (CIALE), Universidad de Salamanca. mcalvopolanco@usal.es

Índice:

Resumen 1

1. **Introducción** 2
2. **Objetivos** 3
3. **Metodología** 3
4. **Resultados** 5
5. **Bibliografía** 8

Resumen

Los cultivos tradicionales de montaña de vid, olivo, cerezo y almendro en las zonas fronterizas entre España y Portugal se enfrentan a un paradigma cada vez más crítico. El cambio climático, la falta de relevo generacional, el abandono de las técnicas agrícolas tradicionales, la baja productividad y las limitaciones administrativas para el cultivo en áreas protegidas limitan progresivamente la conservación de estos paisajes de gran importancia ecológica, económica, cultural y patrimonial, si no se adoptan las medidas necesarias. Desde el proyecto AQUAHUB, se apuesta por la cooperación como medio de innovación y creación de redes para promover la transformación económica y la conectividad rural entre Portugal Centro (Beira Interior) y Norte (Terras de Trás-os-Montes e Douro), Castilla y León (Arribes del Duero) y Extremadura (Cáceres). Mediante la colaboración entre universidades, empresas y asociaciones se busca ofrecer soluciones multidisciplinares en zonas transfronterizas, persiguiendo la adaptación de la gestión de los recursos hídricos y edáficos a la falta de precipitaciones.

En este contexto, los objetivos del proyecto son: mitigar el impacto de los veranos secos y la escasez de precipitaciones sobre los cultivos leñosos en zonas de montaña; y desarrollar e implementar estrategias para mejorar la eficiencia del riego y la conservación de la tierra frente al estrés hídrico. Para conseguirlo, se adoptan acciones y tecnologías innovadoras, como la utilización de riego inteligente en cultivos leñosos en los momentos cruciales del desarrollo, la implantación de especies accesorias y cubiertas para mejorar el suelo, optimizar el uso de los recursos o el control de plagas, el mantenimiento de bancales tradicionales por su eficiencia en la captación de agua y el efecto de las micorrizas y bioestimulantes en la tolerancia de las plantas al estrés hídrico.

El vehículo transmisor del proyecto y principal resultado es la creación de una unidad transfronteriza de trabajo entre agentes implicados (universidades, empresas, asociaciones agrícolas y otros), que permite un intercambio de ideas y conocimientos sobre las necesidades de cada zona y la creación de herramientas de adaptación a la situación de cada uno de los territorios del estudio, abriendo el camino hacia una agricultura inteligente y sostenible al servicio de los principales actores del mundo rural y hacia la conservación de los múltiples servicios ecosistémicos que aportan los cultivos tradicionales de montaña. Por otro lado, en lo que respecta a los bancales, se ha destacado su valor de conservación como patrimonio rural tradicional, y se ha profundizado en el interés de su uso en el momento actual, adaptado a las nuevas exigencias climáticas y tecnológicas, por su importante papel en el manejo del suelo y del agua en el tipo de cultivos estudiados

Palabras clave: Bancal; cultivos leñosos; transferencia; raya hispano-portuguesa.

1. Introducción

Los ecosistemas de montaña de la Península Ibérica albergan tanto cultivos tradicionales, como paisajes culturales de gran valor patrimonial y ecológico. Sin embargo, las regiones transfronterizas de España y Portugal sufren de manera notable los efectos del cambio climático, especialmente una mayor incidencia de la alteración de los regímenes de precipitaciones y el incremento de los períodos secos. Todo ello se convierte en un agravante frente a la elevada vulnerabilidad de estos ecosistemas en cuanto a la situación socioeconómica que vive el mundo rural. Esta situación se caracteriza por el cada vez mayor abandono de la actividad agraria tradicional, la baja productividad de los cultivos debido a su escaso avance tecnológico, la falta de relevo generacional que se ocupe del mantenimiento de estos espacios y las limitaciones administrativas para cultivar en zonas protegidas. Por lo tanto, los paisajes de bancales y terrazas de cultivo en estos territorios se enfrentan a una pérdida de los servicios ecosistémicos que proporcionan y a un progresivo deterioro del paisaje.

En el marco de las estrategias europeas de adaptación al cambio climático, así como en el Pacto Verde Europeo, ya se hace referencia a una transición agraria hacia modelos agrícolas resilientes que se apoyen en el uso de tecnología innovadora combinado con la conservación o modernización de infraestructuras tradicionales [1]. Además, se índice en la importancia de optimizar el recurso hídrico, así como las medidas de protección del suelo frente a la erosión para promover una transición hacia una agricultura sostenible que permita mitigar los efectos del cambio climático y poniendo el foco en el valor del mundo rural. Asimismo, se incide en la cooperación transfronteriza para una mejora en la consecución de los objetivos.

El proyecto AQUAHUB nace a raíz de todas estas premisas. Este proyecto plantea un enfoque holístico para la resiliencia de los paisajes de cultivos leñosos en zonas de montaña y se apoya en la cooperación entre diferentes actores como empresas, instituciones, universidades, asociaciones, etc. de zonas de Portugal Centro (Beira Interior) y Norte (Terras de Trás-os-Montes e Douro), Castilla y León (Arribes del Duero) y Extremadura (Cáceres). Mediante esta colaboración, se busca la consecución de una convergencia entre tecnologías innovadoras, soluciones biotecnológicas y recuperación de estructuras verdes tradicionales para optimizar el uso y el aprovechamiento del agua en el ámbito de estudio y dotar a las zonas rurales de estrategias y herramientas frente al abandono o las limitaciones hídricas derivadas del cambio climático.

El propósito de esta comunicación es exponer diferentes metodologías que se han llevado a cabo en el marco del proyecto y los resultados preliminares obtenidos para demostrar cómo la transferencia de conocimiento puede ser un medio de actuación frente a

la vulnerabilidad de los paisajes agrarios de montaña, aportando y fijando valor en el medio rural.

2. Objetivos

Los objetivos de este trabajo se ajustan a las líneas temáticas de adaptación al cambio climático y de gestión de recursos hídricos y del suelo. Se persigue, por un lado, mitigar el impacto de los veranos secos y la escasez de precipitaciones en zonas de montaña. Por otro lado, se busca desarrollar e implementar estrategias para mejorar la eficiencia del riego y la conservación de la tierra frente al estrés hídrico.

3. Metodología

La metodología del proyecto se ha estructurado en diferentes acciones orientadas a la consecución de los objetivos propuestos. Estas acciones se han planteado como medidas complementarias en los bancales incluidos en el estudio, es decir, no se han dado de forma aislada, sino que se han llevado a cabo de forma combinada para evaluar su eficacia y efectividad en la regulación hídrica de los cultivos de montaña, la mejora de la infiltración, el aumento de la eficiencia de los sistemas de riego y la protección de los cultivos y de la tierra frente al estrés hídrico. Para poder llevar a cabo estas acciones, se han seleccionado varias parcelas piloto en diferentes zonas de la raya hispanoportuguesa, que se han elegido atendiendo a sus características biofísicas y a su adecuación en el marco del proyecto. En concreto, se han escogido parcelas que cumplían con diferentes características:

- Todas ellas se encontraban en el ámbito territorial de estudio.
- Albergaban cultivos leñosos tradicionales como vid, almendro, olivo y cerezo.
- Se han escogido tanto parcelas que se encontrasen abancaladas o aterrazadas como parcelas que no lo estuvieran, para realizar una comparación de los resultados en diferentes situaciones topográficas.
- Se han escogido parcelas de muestreo con diferentes cubiertas vegetales para evaluar el efecto de cada una de las acciones en función de la cubierta.

En cuanto a las acciones que se han llevado a cabo para evaluar sus efectos, han sido las siguientes:

En primer lugar, se ha implementado un sistema de riego inteligente en cultivos de almendro, cereza, vid y olivo. Este tipo de riego consiste en automatizar el uso del agua para adaptarse en tiempo real a las condiciones topográficas y climáticas. De esta forma, son capaces de detectar mediante sensores la humedad del suelo y el estado hídrico de la planta, así como monitorizar los cultivos para permitir un riego efectivo con un gasto de agua sostenible en zonas de montaña con limitaciones de disponibilidad hídrica. Para disminuir el uso de agua para el riego se aplica a menudo el "riego deficitario controlado", que consiste en aplicar estrés hídrico de forma controlada para aumentar la calidad de los cultivos y aumentar la eficiencia del riego [2], pero se mantiene el suministro de agua en momentos críticos de su desarrollo, crecimiento y producción de fruto. Otro de los sistemas para mejorar los sistemas de riego es la captación del agua mediante zanjas, que retienen la lluvia y sedimentos, aumentan la humedad del suelo y favorecen la disminución de la erosión por escorrentía [3]. Se ha planteado también la restauración de sistemas de riego e infraestructuras de drenaje tradicionales, debido a su buen funcionamiento y eficiencia.

En segundo lugar, también se ha estudiado la implantación de especies vegetales accesorias en los bancales de cultivos leñosos, siguiendo la técnica denominada *intercropping*. Este método, cada vez más presente en la agricultura moderna, es una medida eficaz para aumentar la biodiversidad en ecosistemas agrícolas a través de la implantación de dos o más cultivos diferentes en la misma superficie durante el período de crecimiento o en el mismo marco temporal [4]. Este sistema tiene numerosas ventajas, ya que permite incrementar la producción gracias a factores como una mayor velocidad de crecimiento, reducción de competencia y de plagas y un uso más efectivo de los recursos derivado de la diferencia de consumición de estos. En este caso, los recursos que no aprovecha una especie son aprovechados por la otra. Al mismo tiempo, se favorece la conservación del suelo mediante la combinación con cultivos, por ejemplo, de leguminosas, con mayor capacidad de captación de nitrógeno para ponerlo a disposición de las otras especies [4]. Además, este sistema favorece la biodiversidad, especialmente de insectos o pequeños animales terrestres que carecerían de hábitats en otros sistemas de cultivo, lo que también podría tener un efecto indirecto positivo en el control biológico de plagas [5].

Por otra parte, se ha recurrido a la aplicación de una variedad de bioestimulantes en el suelo con la finalidad de aumentar la resiliencia del suelo y de los cultivos frente al estrés hídrico. Esta técnica consiste en la aplicación de materiales orgánicos y microorganismos en los cultivos para obtener ciertos beneficios como mejoras en su crecimiento y tolerancia al estrés y la calidad de sus productos [6]. En el marco del proyecto, se han aplicado estos tratamientos de forma directa en el suelo en las parcelas seleccionadas. Posteriormente, se han realizado muestreos periódicos de suelo para evaluar parámetros bioquímicos, así como la evolución de la biomasa del suelo frente a la ausencia de tratamientos. En este caso, se

han aplicado extractos de algas, extractos vegetales y extractos de hongos micorrícicos como bioestimulantes.

Asimismo, como complemento a lo anterior, se ha estudiado y determinado la presencia de micorrizas en el suelo, comprobando su efecto en el aumento de captación de agua del sistema radicular de los cultivos leñosos y su resistencia frente al estrés hídrico. También disminuyen la dependencia de los cultivos de los fertilizantes gracias a su efecto en la mejora de absorción de nutrientes, aumentando la resistencia de la planta frente a enfermedades. Estas micorrizas son la asociación simbiótica entre el micelio de determinados hongos y las raíces de la planta, componiendo una de las asociaciones planta-microorganismo más ampliamente extendidas y con un gran potencial en la agricultura sostenible para mejorar el estado de los cultivos [7]. De ahí el origen de su nombre, que deriva del término griego “Mycos”, hongo, y “Rhiza”, raíz. En este tipo de asociaciones, el hongo recibe hidratos de carbono y vitaminas de la planta y le aporta a la planta nutrientes y agua, aumentando la resiliencia de esta frente a condiciones adversas de sequía. Algunas de las micorrizas que se han tenido en cuenta en este estudio han sido *Ectendomycorrhizae*, *Ericoid Mycorrhizae, Ectomycorrhizae, Arbuscular Mycorrhizae* y *Orchid Mycorrhizae*. Se ha estudiado su presencia y diversidad en los cultivos de interés a través de la metagenómica, así como el aislamiento de hongos micorrícicos específicos de los diferentes cultivos.

Otra de las acciones que se ha llevado a cabo ha sido un estudio en profundidad acerca de los bancales tradicionales y su eficiencia en la recogida de agua. Para ello, se ha realizado una extensa revisión bibliográfica y documental, así como una revisión de las instituciones que se conservan hoy en día y que continúan enseñando y difundiendo el arte de la construcción con piedra seca.

Finalmente, se han planteado diferentes actividades de transferencia de conocimiento en la zona de estudio, entre las que se incluyen demostraciones para agricultores, cursos especializados aplicados acerca de la agricultura sostenible e innovadora en cultivos de montaña, reuniones entre asociaciones de la raya transfronteriza, sesiones de intercambio de conocimiento con los agricultores de la zona fronteriza y transferencia de conocimiento Universidad-Empresa.

4. Resultados

El proyecto, que se presenta con una parte muy importante de transferencia, está proporcionando a los agricultores de las zonas transfronterizas que comprende, soluciones

basadas en el conocimiento científico y la biotecnología. Para ello se han realizado y siguen desarrollándose demostraciones para agricultores, cursos especializados, reuniones entre asociaciones España-Portugal, intercambios de conocimiento entre agricultores de la zona fronteriza y transferencia de conocimiento Universidad-Empresa.

Todo ello apoyado en los siguientes resultados provisionales:

En primer lugar, se ha explorado, mediante experiencias, la aplicación limitada de agua en los momentos críticos para el desarrollo de la planta y la correcta producción de fruto. Este sistema, basado en el riego deficitario, proporciona agua mediante sistemas de riego inteligentes a los cultivos en épocas de elevada necesidad hídrica como los momentos de desarrollo de la planta o en situaciones de sequía puntual.

Además, se ha experimentado con la combinación de diferentes tipos de cubiertas vegetales (*intercropping*) en cultivos leñosos, evidenciando su papel en la mejora del suelo mediante el incremento de la fertilidad, así como en la mejora de la producción gracias a la optimización de recursos, como luz, agua y espacio. Asimismo, se ha comprobado su efectividad como control biológico de plagas, ya que una mayor variedad de cultivos atrae insectos beneficiosos para combatir plagas como el pulgón, ayudando a reducir el uso de fitosanitarios.

Mediante la aplicación de bioestimulantes, como extractos de algas, vegetales y hongos micorrícicos en los cultivos, se han obtenido resultados muy beneficiosos para la producción, aumentando su tolerancia al estrés hídrico derivado de periodos más secos, estimulando un mayor crecimiento radicular y, por tanto, obteniendo productos de mayor calidad gracias a su efecto en la captación de nutrientes.

Adicionalmente, el estudio de la diversidad de micorrizas en los cultivos de interés mediante la metagenómica y el aislamiento de hongos micorrícicos específicos de los diferentes cultivos ha permitido destacas los beneficios del uso de la micorrización en los cultivos leñosos. Entre los beneficios observados se ha observado una mejora de la absorción de agua y nutrientes, la disminución de la dependencia de fertilizantes, un incremento de la tolerancia al estrés hídrico, la protección de los cultivos frente a enfermedades y una mejora notable de la estructura del suelo.

En cuanto a los bancales, se ha destacado el valor de su conservación como patrimonio rural tradicional por su importante papel en la tradición cultural asociada al cultivo de leñosas y a su representación de la adaptación rural a una geografía hostil. Se ha constatado, no solo su funcionalidad para el cultivo, sino su legado patrimonial, arquitectónico e identitario de la memoria colectiva rural. Además, el valor constructivo de la piedra seca que los construye, declarada Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad por la UNESCO, es una obra de ingeniería del paisaje de gran utilidad y efectividad para la gestión hídrica. También cobra importancia el valor de cohesión social que representan en los pueblos.

Por otro lado, se ha constatado el valor de los bancales y terrazas en la actualidad, adaptándolos a las nuevas exigencias climáticas y tecnológicas, gracias a su papel en el manejo del suelo y del agua en el tipo de cultivos estudiado. Asimismo, se ha constatado que una de las principales amenazas para su conservación son el abandono del campo y de la tradición rural, los incendios y la falta de mantenimiento periódico, que supone un mayor riesgo de erosión por escorrentía y de derrumbe de las laderas. Todo ello supone un gran riesgo para su conservación, ya que la conservación de los bancales, además de su enorme función en los cultivos leñosos de montaña, forman parte de la memoria viva de las comunidades del entorno rural español.

Finalmente, las reuniones, cursos y jornadas de transferencia de conocimiento se han considerado fundamentales para establecer líneas de trabajo alineadas con la tradición agrícola de la zona de estudio, ampliar conocimiento acerca de las técnicas tradicionales y de los limitantes de la conservación de estas zonas de gran valor. Por otro lado, también han permitido la transferencia de innovación y de nuevas tecnologías aplicadas a los cultivos de montaña, tanto para agricultores como para empresas y universidades. Todo ello ha constituido una importante aportación para la agricultura local y la conservación de estos espacios de gran valor mediante la aportación de información y sistemas de biotecnología novedosos para aumentar la resiliencia de las áreas de estudio.

5. Bibliografía

[1] Comisión Europea. (2019). *Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones: El Pacto Verde Europeo*.

[2] Santos, C., & Queiroz, J. (Coords.). (2023). *Manual de Sustentabilidade na Região do Douro Vinhateiro.* Instituto dos Vinhos do Douro e do Porto; Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

[3] LaFevor, M. C. (2014). *Restoration of degraded agricultural terraces: Rebuilding landscape structure and process.* Journal of Environmental Management, 138: 32-42.

[4] Mousavi, S. R. & Eskandari, H. (2011). *A general overview on intercropping and its Advantages in sustainable agriculture.* Journal of Applied Environmental and Biological Sciences, 1(11): 482-486.

[5] Kumar, A. et al. (2022). *Intercropping: An innovative agronomic approach for food, nutrition and livelihood security of marginal and small farmers in terraces land of Sikkim Himalaya*. Agrilocation, 2(3), 1-8.

[6] Veobides, H., Guridi, F., & Vázquez, V. (2018). *Las sustancias húmicas como bioestimulantes de plantas bajo condiciones de estrés ambiental*. Cultivos tropicales, 39(4), 102-109.

[7] Grageda-Cabrera, O. A. et al. (2012*). Impacto de los biofertilizantes en la agricultura.* Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 3(6): 1261-1274.

CONAMA 2026