IMPLEMENTACIÓN EN LA DOCENCIA DEL PROCESO DE CREACIÓN DE UNA BASE NACIONAL DE EROSIÓN EN VIÑEDOS PARA POTENCIAR LA PROTECCIÓN DEL SUELO FÉRTIL Y FRENAR LA DEGRADACIÓN

IMPLEMENTATION IN TEACHING OF THE PROCESS OF CREATING A NATIONAL BASE OF EROSION IN VINEYARDS TO ENHANCE THE PROTECTION OF FERTILE SOIL AND RESTRAIN DEGRADATION

Jesús Rodrigo-Comino[1]
Andrés Caballero-Calvo[2]
Antonio Jódar-Abellán[3]
Enric Terol[4]
Artemi Cerdà[5]

Estado de la cuestión: la sostenibilidad y la degradación del suelo como problema real de la viticultura española

La Degradación de la Tierra es un conjunto de procesos en el que se engloban la pérdida de la fertilidad de los suelos, la reducción y pérdida de efectividad de la producción de alimentos y una disminución de los ingresos de los agricultores (LAL, 2001; OLIVER; GREGORY, 2015). Estas dinámicas negativas se presentan muy activas en los ecosistemas mediterráneos, donde la agricultura ha estado presente desde hace milenios (BUTZER, 2005). El mal uso del suelo, su incorrecta gestión, las erróneas prácticas que sobre él se produce y la sobreexplotación de los recursos vinculados, dan como resultado su consiguiente pérdida de funcionalidad (NOVARA et al., 2011; TAGUAS et al., 2015).

La erosión del suelo por el agua es considerada una de las principales amenazas para los recursos del suelo en el Mediterráneo (GARCÍA-RUIZ et al., 2013) y factor clave para entender tanto los procesos de deterioro de la agricultura como la pérdida de población rural que a ello se vincula (SALVATI, 2013). A su vez, estos procesos socioculturales que deparan el despoblamiento

1 Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física, Facultad de Filosofía y Letras, Campus Universitario de Cartuja, Universidad de Granada, 18071 Granada, España. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4823-0871. E-mail: jesusrc@ugr.es.
2 Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física, Facultad de Filosofía y Letras, Campus Universitario de Cartuja, Universidad de Granada, 18071 Granada, España. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4382-0055. E-mail: andrescaballero@ugr.es.
3 Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física, Facultad de Filosofía y Letras, Campus Universitario de Cartuja, Universidad de Granada, 18071 Granada, España. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3373-8952. E-mail: antonio.jodar@ugr.es.
4 Department of Cartographic Engineering, Geodesy and Photogrammetry, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, Spain. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8421-9215. E-mail: eterol@cgf.upv.es.
5 Soil Erosion and Degradation Research Group, Department of Geography. Universitat de València, Blasco Ibañez, 28, 46010 Valencia, Spain. ORCID: 0000-0001-5326-4489. E-mail: artemio.cerda@uv.es.

de determinadas regiones, especialmente aquellas ligadas a territorios serranos, conlleva el aumento de la vulnerabilidad de espacios rurales que se ven condenados a dinámicas regresivas, económicas y sociales (BROWN, 1981).

Para evitar la aparición o agravamiento de estos procesos, para evitar que los suelos puedan perder total o parcialmente su fertilidad, quedar desnudos tras el abandono de tierras agrícolas, y dar esto lugar a altas de erosión y falta de sostenibilidad (LÓPEZ-VICENTE et al., 2020), los estudios de erosión del suelo y sus procesos de degradación y su difusión son absolutamente necesarios y urgentes en la coyuntura actual (KEESSTRA et al., 2021; SMITH et al., 2021). La (i) difusión de la información y la educación en materia de usos y manejos del suelo es vital para evitar el mantenimiento de las tasas de pérdida de suelo a largo plazo. Además, todo ello debe contribuir a (ii) repensar y reconfigurar los manejos tradicionales del suelo e incluir en la planificación territorial modelos alternativos que reduzcan la degradación ambiental en áreas agrícolas (BENIAICH et al., 2020; KAIRIS et al., 2013). La metodología y prácticas docentes propuestas en este capítulo engloban ambas necesidades con el objetivo de colaborar en la reducción del riesgo de desastres en espacios y rurales y la aparición o agravamiento de los procesos de degradación.

En particular, los viñedos, pilar básico de la trilogía de cultivo mediterránea (junto a trigales u olivares) son bien conocidos como paisajes bucólicos (GALILEA SALVADOR et al., 2015; MOLINERO HERNANDO, 2012). No obstante, las investigaciones científicas más recientes han demostrado el predominio de prácticas no sostenibles, en muchos casos debido a las altas tasas de erosión del suelo (en algunas áreas superiores a 10 t ha por año) (MARTÍNEZ-CASASNOVAS; RAMOS; RIBES-DASI, 2005; MIRÁS-AVALOS et al., 2020; RODRIGO-COMINO; KEESSTRA; CERDÀ, 2018).

El concepto de “terroir” surgió para recopilar los valores ambientales, sociales, económicos, históricos y geográficos de las áreas rurales (VAUDOUR, 2002). Los paisajes de viñedos son buena parte del patrimonio cultural de nuestro país, además de constituir un importante reservorio de fauna y flora y formar parte del legado que los viticultores modelaron desde tiempos históricos (GILLESPIE; WRATTEN, 2012; PETIT; KONOLD; HÖCHTL, 2012). Sin embargo, los viñedos, en la actualidad, presentan prácticas de manejo no sostenibles como consecuencia de una intensa agricultura química, basada en suelos desnudos, que desencadenan tasas de erosión; biocidas que dañan la biodiversidad; de manera indirecta, del envejecimiento de la población de las áreas rurales, que pone en riesgo la sustitución y sucesión de los agricultores y, con ello, la renovación de las prácticas de cultivo, la introducción de nuevas tendencias y la inclusiones de los más recientes descubrimientos en materia de gestión del suelo (BAIAMONTE et al., 2019; MARQUES et al., 2020; PAPPALARDO et al., 2019).

Esta propuesta pedagógico-docente está asociada al desarrollo de un proyecto de investigación (Fundación BBVA, Becas Leonardo, 2021), en el que se involucrará a varios grupos de estudiantes de diversas asignaturas del Grado de Geografía y Gestión del Territorio de Universidades españolas como la de Granada o Valencia. El conjunto docente-investigador tratará de comprender y difundir los problemas de degradación del suelo en cultivos mediante la realización de un estudio nacional de la erosión en viñedos. Para ello, además de los propios estudiantes, se contará con la participación de los agricultores y otros partes interesadas en la gestión vitivinícola (bodegas, poblaciones rurales, etc.). Este estudio nacional será además accesible a toda la población con el objetivo de revelar la situación real actual de la viticultura española y el estado de sus suelos, así como poner de manifiesto los problemas que viven a diario los habitantes rurales. La investigación y difusión de este conocimiento tiene como objetivo último el desarrollo y puesta en funcionamiento de soluciones a escala regional que mejoren las prácticas agrícolas a través de una adecuada planificación territorial.

La revisión realizada por Rodrigo-Comino (2018) sobre el panorama mundial de la erosión en viñedos ha demostrado que las pérdidas son excesivamente altas para mantener la calidad del suelo necesaria para lograr la sostenibilidad. Existen además otras problemáticas asociadas, como la contaminación del suelo por biocidas y la agricultura química o la insuficiente cobertura de suelo, que genera daños a la fauna del suelo y la microbiota (ASSANDRI et al., 2017; BESNARD; CHENU; ROBERT, 2001). En el viñedo, el daño causado como consecuencia de varios años de labranza se ve intensificado con el uso de nueva maquinaria, cada vez más potente y pesada, que transforma los paisajes agrícolas tradicionales y aumenta la vulnerabilidad edáfica (BOGUNOVIC; TELAK; PEREIRA, 2020). Se han desarrollado diferentes estrategias para controlar las grandes pérdidas de suelo y preservar su calidad en los viñedos. El uso de terrazas, cultivos entre las calles, drenajes, uso de enmiendas orgánicas o de estiércol de ganado son algunas de ellas. Todas contribuyen a mejorar la calidad del suelo, controlan las pérdidas de suelo y benefician a la fauna y la flora (NOVARA et al., 2021). Sin embargo, a día de hoy, en ningún país del mundo existe un estudio a nivel nacional considerando las áreas vitivinícolas más representativas utilizando el mismo método estandarizado, de forma permita comparar más adelante otros manejos más efectivos dentro del territorio nacional o incluso con otras áreas del mundo. Además, en ningún otro país, esta información está disponible en servidores abiertos de internet para poder ser consultados libremente. Esto, indudablemente, facilitará el acceso de la información y un avance para la comunicación. Dicha creación sería la primera base de datos global sobre erosión de viñedos a nivel nacional y un gran paso para un sector que mueve millones

de euros anualmente (OIV, 2019). Al mismo tiempo, tanto los datos generados como el propio proceso que conduce a su obtención permiten la implementación de procesos y dinámicas de involucración tanto de los actores sociales inmersos en las tareas vitivinicultoras como de los estudiantes asociados a esta propuesta. Los estudiantes formarán parte de las fases de obtención de datos en campo y de su posterior análisis, siendo esta implicación un factor clave en su proceso de formación y, sobre todo, de concienciación con el urgente tema de la degradación del tema, sus impactos y las necesarias medidas a implementar para la reducción de riesgos de desastres que, si bien se ubican en espacios rurales, son de gran afección en los espacios urbanos a través de la producción agraria asociada.

Cabe remarcar que este tipo de estudios forman parte del avance en los conocimientos en la agricultura de conservación, recomendada por la Unión Europea (Reg. EU No. 1308/2013). De esta forma, entender la respuesta del suelo frente a la erosión podría brindar una magnífica oportunidad para diseñar medidas de control y adaptación o prevenir la aparición de dinámicas de degradación en nuevas áreas de acogida de otros usos (e.g. cultivos subtropicales), máxime teniendo presente el marco de cambio climático y crisis de la sostenibilidad en todo el territorio español. El agotamiento del recurso suelo debido a la ausencia de dichas medidas obligaría a los agricultores a buscar, sucesivamente, otras áreas de confort con suelos fáciles de manejar (por ejemplo, mediante la roturación) o simplemente a abandonar su actividad. Ambas posibilidades, afrontándolas como sociedad, nos alejan de uno de los objetivos de la Sociedad del Horizonte 2020: “Seguridad alimenticia, agricultura y silvicultura sostenibles, investigación marina, marítima y costera, y bioeconomía”.

Objetivos principales

Los objetivos de esta propuesta docente-investigadora se pueden dividir en dos grandes grupos. El primero estaría asociado a el propio proceso de investigación en el que se involucrará a los estudiantes:

• Objetivo 1.1: estimar las tasas de erosión en viñedos a nivel nacional utilizando un método estandarizado en regiones vitivinícolas de España.

• Objetivo 1.2: comparar la incidencia de los sistemas de control de la erosión de cada zona de estudio con viñedos con manejos convencionales y con diversas medidas de protección del suelo.

• Objetivo 1.3: crear una base de datos abierta, de libre acceso y actualizable en internet para mostrar los resultados a nivel nacional, completando áreas anteriormente ya muestreadas.

• Objetivo 1.4: desarrollo de publicaciones conjuntas en las principales revistas científicas para la difusión de la investigación desarrollada; facilitar la organización

conjunta de conferencias para difundir los resultados; y permitir la elaboración de propuestas de proyectos de investigación a la UE y otros organismos de financiación.

El segundo grupo de objetivos se vinculan directamente con las prácticas pedagógico-docentes a implementar con estudiantes universitarios:

• Objetivo 2.1: involucrar de manera absolutamente directa a estudiantes de varias asignaturas del Grado en Geografía y Gestión del Territorio de las Universidades de Granada y Valencia en el proceso de implementación del método científico diseñado para el análisis de los modelos de gestión de viñedos en España.

• Objetivo 2.2: hacer partícipe al estudiantado del análisis de resultados como mecanismo pedagógico con mayor influencia para su concienciación y posible posterior involucración activa en la lucha contra el problema de la degradación edáfica.

• Objetivo 2.3: formulación de prácticas sostenibles alternativas como soluciones a implementar en los documentos de planificación territorial y, de manera más directa, por parte de los actores sociales involucrados en la gestión vitivinícola. En este apartado la participación directa de los estudiantes resulta clave en su proceso de aprendizaje crítico y propositivo ante problemas reales del mundo actual.

Ámbito de actuación y escalas de trabajo

El proyecto investigador-docente a desarrollar tiene como objetivo sumar áreas de estudio de zonas vitivinícolas de España (véase Figura 1). Estas sobresalen como áreas representativas de los usos y manejos en el Mediterráneo y se unirán a las ya muestreadas en la Denominación de Origen (D.O.) de Valencia, La Mancha o Tierra de Barros (Extremadura) publicadas en artículos indexados. Muchas áreas de estudio a muestrear se podrían haber investigado durante las últimas décadas, por separado y con métodos diversos, por equipos de investigación punteros en nuestro país. Sin embargo, con el fin de conocer los procesos de erosión del suelo y la degradación de la tierra a nivel nacional, es prioritario utilizar un método homogéneo y unificado, para sumar información actualizada también. Este ha sido uno de los principales objetivos del Grupo de Investigación SEDER, del Departamento de Geografía de la Universidad de Valencia, con el que colaboraría este proyecto. En cada zona, se propone que los estudiantes investiguen al menos un viñedo tradicional y otro con manejo conservacionista del suelo.

Fuente: elaboración propia.

Figura 1. Ejemplos de áreas de estudio (Izquierda Valencia, derecha Granada).

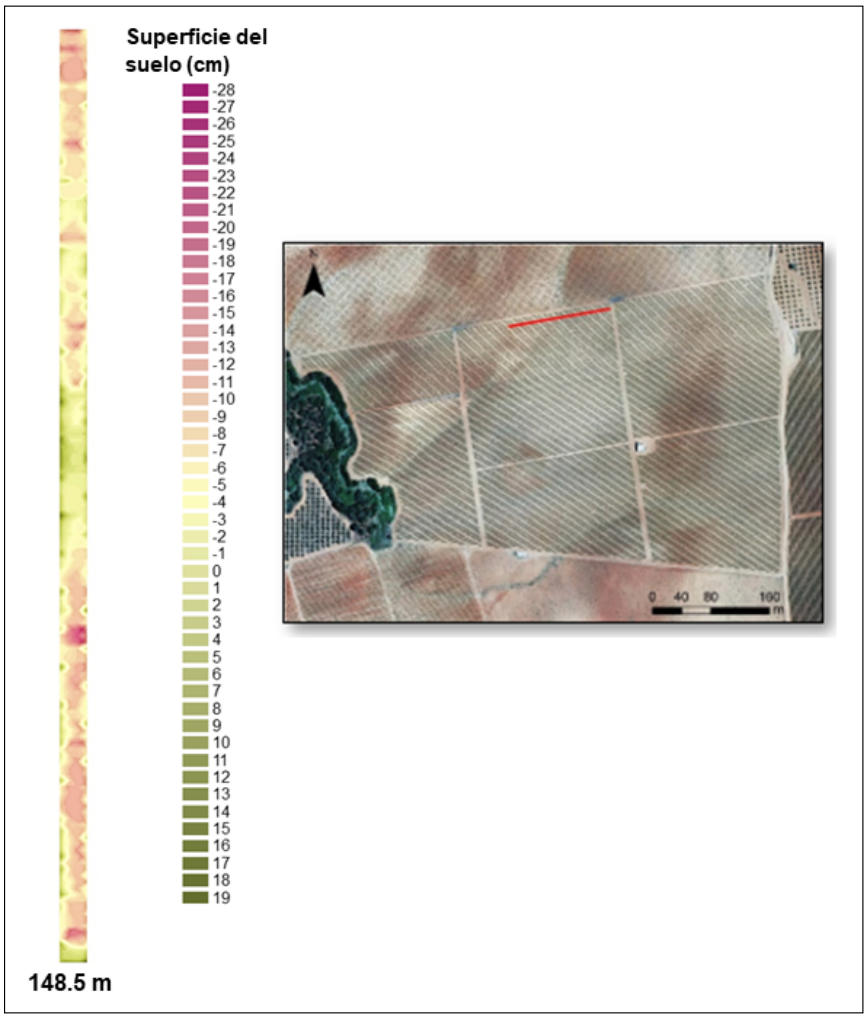
Fuentes y métodos aplicados para alcanzar cada objetivo

Para la consecución de los objetivos vinculados a la investigación, es decir, para conocer las tasas de erosión a largo plazo, se aplicará el método ISUM (Improved Stock Unearthing Method) (véase Figura 2), desarrollado por Rodrigo-Comino y Cerdà (2018), en las áreas seleccionadas, tanto en viñedos con manejo tradicional y como con medidas de control de la erosión. Este método se basa en tomar como referencia la altura del injerto durante la plantación de las viñas (CASALÍ et al., 2009). Una medida posterior nos indicará los cambios en la topografía del suelo, como nos indica la Figura 2 con ayuda de muestras de suelo complementarias, como la densidad aparente. Este método se ha aplicado en otros cultivos como naranjos o caquis con éxito. Igualmente, ha demostrado su utilidad en la determinación del grado de compactación de los suelos (BAYAT et al., 2019) o la rugosidad (DA SILVA et al., 2019). Además, realizando las estimaciones de la erosión desde que se plantaron las vides, permite posteriormente cartografiar las zonas con mayor erosión o sedimentación, convirtiéndose así en una herramienta visual muy fácil de comprender y utilizar en procesos participativos (véase Figura 3) (RODRIGO-COMINO et al., 2019). Para ello, es necesario que en cada zona se tomen muestras de suelos relacionadas, entre otros, con la densidad aparente, la materia orgánica, la textura y la pedregosidad.

ISUM se ha sido aplicado con éxito en el Valle del Mosela (Alemania), Terres dels Alforins (Valencia), Tierra de Barros (Extremadura) o Castilla La Mancha en los últimos años, con interés por blogs de prestigio sobre viticultura (https://www.ciencia-e-vinho.com/2020/06/21/developing-an-easy-to-be-applied-and-cheap-method-to-estimate-soil-erosion-in-vineyards/) o los medios de comunicación (https://www.europapress.es/andalucia/malaga-00356/noticia-determinan-metodo-sencillo-economico-medir-erosion-cultivos-vitivinicolas-20181205104537.html).

Fuente: elaboración propia.

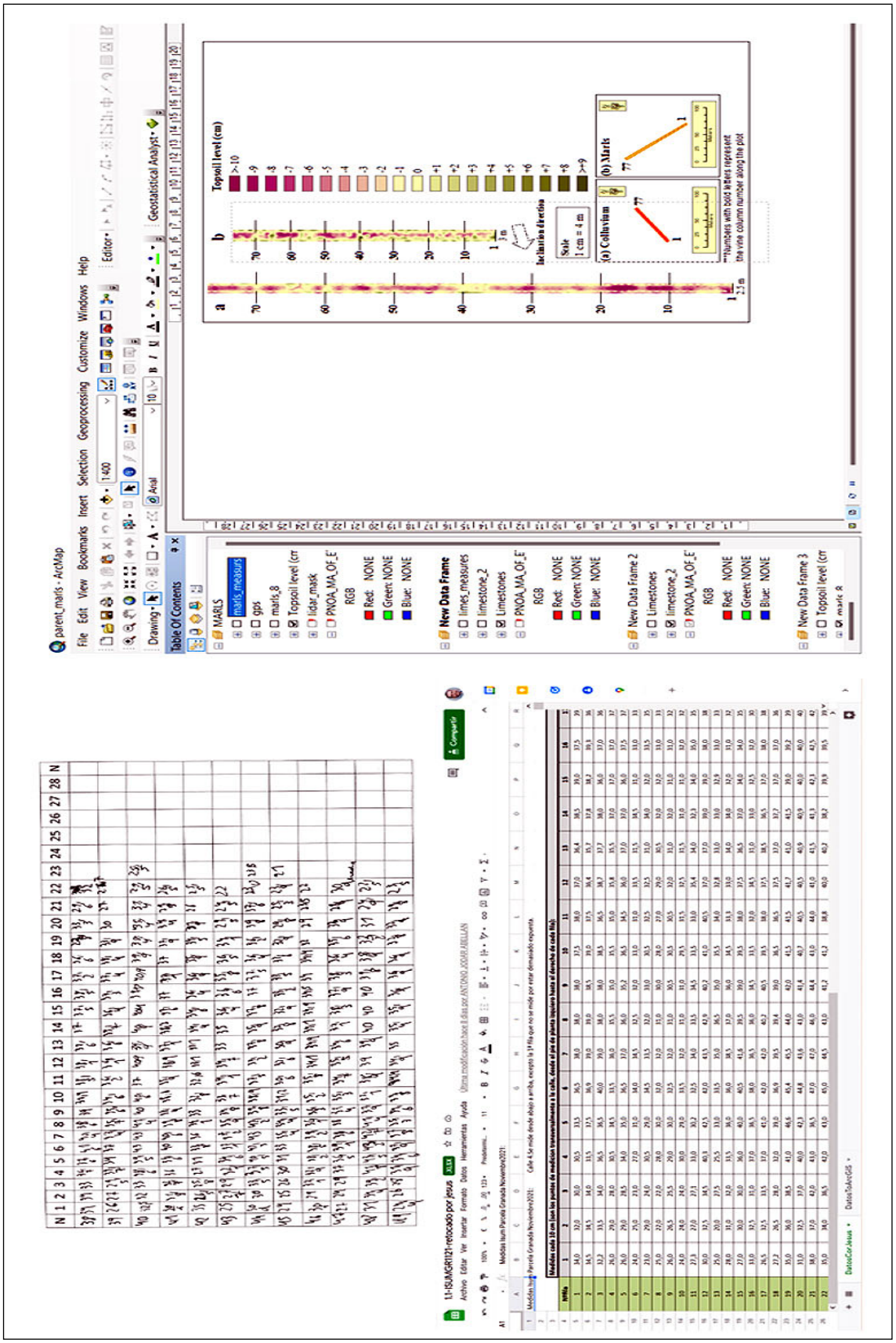
Figura 2. Aplicación del método ISUM (Improved Stock Unearthing Method) utilizando los tocones (Izquierda) de las parras como bioindicadores para la estimación de la erosión (Derecha)



Fuente: editado a partir de la publicación de BARRENA-GONZÁLEZ et al., (2020).

Figura 3. Ejemplos de mapas y gráficos para mostrar la erosión en áreas vitivinícolas

La concienciación sobre la relevancia de la erosión del suelo como una amenaza irreversible para la humanidad y los ecosistemas naturales es clave para lograr la sostenibilidad en los viñedos españoles. Para lograr esto, los resultados y las conclusiones de los estudios de erosión del suelo deben estar disponibles para las partes interesadas, los técnicos responsables de la planificación territorial y los políticos. Esta información debe ser visualmente amigable y de fácil acceso para ser eficiente en la difusión de los resultados. ISUM es un procedimiento altamente contrastado para estimar y mapear las tasas de movilización del suelo utilizando la unión de injerto de plantas. El método ha sido probado para vides, cítricos, melocotones y caquis y, actualmente, se está expandiendo a otros cultivos. Por lo tanto, conseguir que estos datos estén disponibles en repositorios en línea será clave para fomentar la concienciación sobre la erosión del suelo como un proceso de degradación de la tierra y permitir el intercambio de datos dentro de la comunidad científica. Para ello, se pueden utilizar herramientas como Google Drive o GeoNode (una aplicación y plataforma web para desarrollar sistemas de información geoespacial y para implementar infraestructuras de datos espaciales) para cargar, compartir y explorar los datos otros usuarios. Todo ello supondrá un paso fundamental para implementar una herramienta que facilita compartir información sobre la erosión del suelo en viñedos españoles con un método estandarizado, económico y fácil de aplicar. ISUM contribuye a las mediciones de erosión del suelo a largo plazo, arrojando luz sobre la amenaza de erosión del suelo para la humanidad. Este conjunto de datos (véase Figura 4) contribuirá a compartir información y aumentar la conciencia de la sociedad, además de configurarse como un método que brinda una gran oportunidad para su utilización en las prácticas docentes.



Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Datos obtenidos en campo (arriba-izquierda) y trasladados a hojas de cálculo (abajo-izquierda) y ArcGis (derecha).

Así, además de su implementación docente que abordaremos a continuación, los datos obtenidos serán adicionalmente utilizados para su difusión a través de publicaciones en revistas indexadas (tanto en español como en inglés) o comunicaciones en congresos. Estas publicaciones darán cuenta del estado de la cuestión de la erosión en campos cultivados con vides en España y ofrecerán una comparación de las tasas de erosión en viñedos utilizando un método estandarizado. Además, en esta fase de difusión científica, se podrán articular monografías. Finalmente, la difusión de la información se completará gracias a la utilización continuada de blogs con posts mensuales, un canal de Youtube y cuenta de Twitter.

Para la consecución de los objetivos vinculados a las prácticas pedagógico-docentes, se podrían vincularán al proyecto a dos grupos de dos asignaturas diferentes de Grado (e.g. Sistemas de Información Geográfica). Los estudiantes participantes se involucrarán en el desarrollo del proyecto de manera transversal, desde el inicio de su implementación hasta la fase final de divulgación de la información y creación de propuestas para la mejora de la gestión del suelo en viñedos.

De esta forma, los estudiantes podrán beneficiarse del aprendizaje que supone participar en la implementación de un método científico, además de poder estar en contacto con los dueños de las explotaciones, con los agricultores, gestores de bodegas, comercializadores del producto vinícola, etc. La involucración directa del estudiantado en este tipo de procesos es la mejor garantía de asimilación e interiorización del mensaje pedagógico que se pretende trasmitir (ACHER, 2014; REIS, 2014). La concienciación de los participantes y su formación en este campo presentan así un grado de probabilidad de éxito muy elevado (PLA et al., 2020; RODRÍGUEZ; BUSTILLOS, 2017), gracias al proceso crítico del que serán coautores y a su participación activa en la fase propositiva que culminará con la formulación de estrategias de mejora de la gestión y planificación de la actividad viticultora. La participación de estudiantes en este tipo de prácticas docentes no es solo una experiencia que asegura el aprendizaje del método científico y el aumento de su concienciación ambiental, sino que resulta una experiencia de vida que aumenta exponencialmente la probabilidad de que los participantes se involucren en el futuro en actividades relacionadas con la mejora de la sostenibilidad en cualquier ámbito relacionado con la conservación.

Repercusión e innovación del proyecto investigador y docente desde el marco autonómico, europeo y de la ONU

La responsabilidad humana en el problema global que representa un manejo poco sostenible del suelo agrícola resulta evidente. Como consecuencia del desafío

al que nos enfrentamos, el sector vitivinícola español necesita urgentemente detectar las problemáticas asociadas a la erosión para formular soluciones prácticas y sostenibles. Por todo ello, la evaluación desde un enfoque nacional de las dinámicas de degradación actual a la que este proyecto se enfrenta resulta imprescindible para lograr un equilibrio futuro entre la preservación y la mejora del medio ambiente, la equidad social del medio rural y la viabilidad financiera y económica, que resultará clave para el bienestar futuro de los cultivos de la vid en nuestro país, un sector económico clave que mueve anualmente millones de euros. Por tanto, anticipar una pérdida del suelo fértil es clave para combatir futuros problemas irreparables, máxime en una planta como la vid, con una capacidad de reacción muy lenta debido a las propias características del modelo productivo. Ante la necesidad de rediseñar y modificar los sistemas de manejo de las explotaciones, se requiere un gran esfuerzo en recursos y tiempo que permita la mejora de los datos disponibles que conduzcan a la toma de decisiones. Igualmente, una caída no prevista en los niveles de las cosechas por culpa de la pérdida de suelo o inundaciones produciría un fuerte impacto socioeconómico. Por estos motivos, uno de los principales objetivos de este proyecto será realizar un análisis exhaustivo innovador a nivel nacional, nunca realizado y avalado por una temática con actual interés por parte de la Unión Europea (horizontes 2020), la ONU (Objetivos de Desarrollo Sostenible para 2015-2030) y la comunidad científica.

La involucración de estudiantes de educación superior de un Grado con relación directa en la gestión del territorio y sus problemáticas ambientales emerge como el marco científico-pedagógico-docente más indicado para optimizar la vinculación de la investigación, la divulgación de sus resultados y su implementación real sobre el territorio con procesos de formación académica con efectos a largo plazo.

Agradecimientos

Los datos fueron obtenidos a través de la financiación recibida del proyecto de investigación de la Beca Leonardo a Investigadores y Creadores Culturales 2021 de la Fundación BBVA" (Ref. BBVA2021-Leonardo2; IP: J. Rodrigo-Comino) "Creación de una base nacional de erosión en viñedos para potenciar la protección del suelo fértil", vinculado a la Universidad de Granada. Asimismo, los autores del trabajo agradecen enormemente a los propietarios de las parcelas la disponibilidad, asesoramiento e información facilitada sobre los cultivos de las parcelas estudiadas.

Referencias

ACHER, A. Cómo facilitar la modelización científica en el aula. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, v. 1, n. 36, p. 63–75, 2 maio 2014.

ASSANDRI, G. et al. Assessing common birds' ecological requirements to address nature conservation in permanent crops: Lessons from Italian vineyards. **Journal of Environmental Management**, v. 191, p. 145–154, 15 abr. 2017.

BAIAMONTE, G. et al. Time Scale Effects and Interactions of Rainfall Erosivity and Cover Management Factors on Vineyard Soil Loss Erosion in the Semi-Arid Area of Southern Sicily. **Water**, v. 11, n. 5, p. 978, maio 2019.

BARRENA-GONZÁLEZ, J. et al. Applying the RUSLE and ISUM in the Tierra de Barros Vineyards (Extremadura, Spain) to Estimate Soil Mobilisation Rates. **Land**, v. 9, n. 3, p. 93, mar. 2020.

BAYAT, F. et al. Analyzing long-term soil erosion in a ridge-shaped persimmon plantation in eastern Spain by means of ISUM measurements. **CATENA**, v. 183, p. 104176, 1 dez. 2019.

BENIAICH, A. et al. Assessment of soil erosion in olive orchards (Olea europaea L.) under cover crops management systems in the tropical region of Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 44, 2020.

BESNARD, E.; CHENU, C.; ROBERT, M. Influence of organic amendments on copper distribution among particle-size and density fractions in Champagne vineyard soils. **Environmental Pollution**, v. 112, n. 3, p. 329–337, 1 maio 2001.

BOGUNOVIC, I.; TELAK, L. J.; PEREIRA, P. Experimental Comparison of Runoff Generation and Initial Soil Erosion Between Vineyards and Croplands of Eastern Croatia: A Case Study. **Air, Soil and Water Research**, v. 13, p. 1178622120928323, 1 jan. 2020.

BROWN, L. R. World population growth, soil erosion, and food security. **Science**, v. 214, n. 4524, p. 995–1002, 27 nov. 1981.

BUTZER, K. W. Environmental history in the Mediterranean world: cross-disciplinary investigation of cause-and-effect for degradation and soil erosion. **Journal of Archaeological Science**, v. 32, n. 12, p. 1773–1800, 1 dez. 2005.

CASALÍ, J. et al. Determination of long-term erosion rates in vineyards of Navarre (Spain) using botanical benchmarks. **CATENA**, v. 78, n. 1, p. 12–19, 15 jul. 2009.

DA SILVA, A. M. et al. Spatial variability of soil roughness in persimmon plantations: A new combined ISUM (improved stock unearthing method) approach. **Ecological Indicators**, v. 106, p. 105528, 1 nov. 2019.

GALILEA SALVADOR, I. et al. Evolución y desfragmentación del paisaje del viñedo en la Rioja alta (España) en el periodo 1956-2000. **Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles**, v. 69, p. 315–331, 2015.

GARCÍA-RUIZ, J. M. et al. Erosion in Mediterranean landscapes: Changes and

future challenges. **Geomorphology**, v. 198, p. 20–36, 15 set. 2013.

GILLESPIE, M.; WRATTEN, S. D. The importance of viticultural landscape features and ecosystem service enhancement for native butterflies in New Zealand vineyards. **Journal of Insect Conservation**, v. 16, n. 1, p. 13–23, 1 fev. 2012.

KAIRIS, O. et al. The effect of land management practices on soil erosion and land desertification in an olive grove. **Soil Use and Management**, v. 29, n. 4, p. 597–606, 1 dez. 2013.

KEESSTRA, S. et al. The role of soils in regulation and provision of blue and green water. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 376, n. 1834, p. 20200175, 27 set. 2021.

LAL, R. Soil degradation by erosion. **Land degradation & development**, v. 12, n. 6, p. 519–539, 2001.

LÓPEZ-VICENTE, M. et al. Effectiveness of Cover Crops to Reduce Loss of Soil Organic Matter in a Rainfed Vineyard. **Land**, v. 9, n. 7, p. 230, jul. 2020.

MARQUES, M. et al. Effects of a Permanent Soil Cover on Water Dynamics and Wine Characteristics in a Steep Vineyard in the Central Spain. **Air, Soil and Water Research**, v. 13, p. 1178622120948069, 1 jan. 2020.

MARTÍNEZ-CASASNOVAS, J. A.; RAMOS, M. C.; RIBES-DASI, M. On-site effects of concentrated flow erosion in vineyard fields: some economic implications. **Catena**, v. 60, n. 2, p. 129–146, 2005.

MIRÁS-AVALOS, J. M. et al. Agronomic Practices for Reducing Soil Erosion in Hillside Vineyards under Atlantic Climatic Conditions (Galicia, Spain). **Soil Systems**, v. 4, n. 2, p. 19, jun. 2020.

MOLINERO HERNANDO, F. Los paisajes del viñedo en Castilla y León: tradición, renovación y consolidación. **Polígonos. Revista de Geografía**, v. 0, n. 21, p. 85–117, 2012.

NOVARA, A. et al. Soil erosion assessment on tillage and alternative soil managements in a Sicilian vineyard. **Soil and Tillage Research**, v. 117, p. 140–147, 2011.

NOVARA, A. et al. Cover crop management and water conservation in vineyard and olive orchards. **Soil and Tillage Research**, v. 208, p. 104896, 1 abr. 2021.

OIV (INTERNATIONAL ORGANISATION OF VINE AND WINE INTERGOVERNMENTAL ORGANISATION). **2019 Statistical Report on World Vitivinicult**. [s.l.] International Organisation of Vine and WineIntergovernmental Organisation, 2019. Disponível em: <https://www.oiv.int/public/medias/6782/oiv-2019-statistical-report-on-world-vitiviniculture.pdf>.

OLIVER, M. A.; GREGORY, P. J. Soil, food security and human health: a review. **European Journal of Soil Science**, v. 66, n. 2, p. 257–276, 2015.

PAPPALARDO, S. E. et al. Estimation of potential soil erosion in the Prosecco DOCG area (NE Italy), toward a soil footprint of bottled sparkling wine production in different land-management scenarios. **PLOS ONE**, v. 14, n. 5, p. e0210922, 1 maio 2019.

PETIT, C.; KONOLD, W.; HÖCHTL, F. Historic terraced vineyards: impressive witnesses of vernacular architecture. **Landscape History**, v. 33, n. 1, p. 5–28, 2012.

PLA, C., PARDO, M.A., MOYA-LLAMAS, M.J., JÓDAR-ABELLÁN, A., MIRÓ, M., VALDEÉS-ABELLÁN, J. . Uso de tecnologías digitales en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Aplicación en docencia presencial y no presencial con el alumnado de la rama de ingeniería. En: Roig-Vila, Rosabel (ed.). La docencia en la Enseñanza Superior. Nuevas aportaciones desde la investigación e innovación educativas. Barcelona. Editor: **OCTAEDRO**, 2020. ISBN 978-84-18348-11-2, pp. 816-826, 2020. Disponible en: http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/110238.

REIS, P. Acción Socio-Política sobre Cuestiones Socio-Científicas: Reconstruyendo la Formación Docente y el Currículo. **Uni-pluriversidad**, v. 14, n. 2, p. 16–26, 21 jul. 2014.

RODRIGO-COMINO, J. Five decades of soil erosion research in “terroir”. The State-of-the-Art. **Earth-Science Reviews**, v. 179, p. 436–447, 1 abr. 2018.

RODRIGO-COMINO, J. et al. Determining the best ISUM (Improved stock unearthing Method) sampling point number to model long-term soil transport and micro-topographical changes in vineyards. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 159, p. 147–156, 1 abr. 2019.

RODRIGO-COMINO, J.; CERDÀ, A. Improving stock unearthing method to measure soil erosion rates in vineyards. **Ecological Indicators**, v. 85, n. Supplement C, p. 509–517, 1 fev. 2018.

RODRIGO-COMINO, J.; KEESSTRA, S.; CERDÀ, A. Soil Erosion as an Environmental Concern in Vineyards: The Case Study of Celler del Roure, Eastern Spain, by Means of Rainfall Simulation Experiments. **Beverages**, v. 4, n. 2, p. 31, jun. 2018.

RODRÍGUEZ, E. M. R.; BUSTILLOS, R. J. S. Aprendizaje basado en la investigación en el trabajo autónomo y en equipo. **Negotium: revista de ciencias gerenciales**, v. 13, n. 38, p. 5–16, 2017.

SALVATI, L. Land degradation, rural poverty and the socioeconomic context in the mediterranean region: a brief commentary. **Current Politics & Economics of Europe**, v. 24, 2013.

SMITH, P. et al. The role of soils in delivering Nature’s Contributions to People. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 376, n. 1834, p. 20200169, 27 set. 2021.

TAGUAS, E. V. et al. Characteristics and importance of rill and gully erosion: a case study in a small catchment of a marginal olive grove. **Cuadernos de Investigación Geográfica**, v. 41, n. 1, p. 107–126, 16 mar. 2015.

VAUDOUR, E. The Quality of Grapes and Wine in Relation to Geography: Notions of Terroir at Various Scales. **Journal of Wine Research**, v. 13, n. 2, p. 117–141, 1 ago. 2002.