

Caracterización de agroecosistemas de secano a partir del análisis de comunidades de herbáceas en relación al laboreo

Landete-Tormo MB¹, Quesada MA²

Dept. Biología Vegetal, Universidad de Málaga, Campus Teatinos s/n, E- 29071, Málaga (España). ¹martab@uma.es ²quefe@uma.es

Resumen

Los agroecosistemas de secano son sistemas de cultivo clave en climas mediterráneos por su adaptación a las elevadas temperaturas y a los largos períodos de sequía. En este trabajo se caracterizó las comunidades vegetales atendiendo a los índices de diversidad (taxonómica y funcional) y la composición de especies en cuatro fincas de secano diferenciadas por el tipo de laboreo. La finca (CI) con un diversidad funcional elevada y la finca (E) con una baja diversidad fueron los sistemas menos resilientes, entre otros factores por la baja presencia de especies redundantes. Las comunidades vegetales de las fincas (S) y (CL) se encontraron en estadios avanzados de la sucesión ecológica. Esto junto a la abundancia de especies de los grupos funcionales indica que estos agroecosistemas tengan una mayor respuesta frente a futuras presiones ambientales. Nuestros resultados apoyan que la diversidad es una propiedad más de la comunidad y de forma aislada no puede informar de la funcionalidad o calidad de un sistema.

Palabras-clave: *diversidad taxonómica; diversidad funcional; olivar; especies redundantes; resiliencia*

Abstract

Dryland agroecosystems are key farming systems in mediterranean climate because their adaptation to high temperatures and long periods of drought. In this work, plant communities were characterized according diversity indexes (taxonomic and functional) and composition of species in four rainfed farms differentiated by kind of tillage. Farm (CI) with a high functional diversity and farm (E) with a low diversity were the least resilient systems, among other factors due to low presence of redundant species. The plant community of the farms (S) and (CL) was found in advanced stages of the ecological succession. This, together with the abundance of species in functional groups, indicates that these agroecosystems have a greater response to future environmental pressures. We believe that diversity is a property of the community that in isolation can not report the functionality or quality of a system.

Keywords: *taxonomic diversity; functional diversity; olive grove; redundant species; resilience*

Introducción

Los agroecosistemas de secano son sistemas de cultivo clave en la producción y abastecimiento de alimentos en aquellas regiones típicas de clima mediterráneo donde las elevadas temperaturas de la época estival se combinan con largos períodos de sequía. Algunos de estos cultivos, como el trigo duro y el olivo, tienen una presencia milenaria en nuestro territorio (Martinez-Moreno et al. 2017; Rodriguez-Ariza et al. 2005), compartiendo largos años de selección, conservación y cuidados por parte de [I@s agricultor@s](#) lo que se traduce en agrosistemas que están aclimatados y adaptados en gran medida a las fuertes presiones hídricas propias de nuestro clima. En España el 88,1% de las tierras agrícolas están destinadas al cultivo en secano, predominando los cultivos de cereales y los cultivos de leñosas como viñedos y olivares (ESYRCE, 2018). En el caso de la comunidad de Andalucía, el cultivo de la aceituna es el cultivar que mayor superficie presenta (1.635.000 ha), lo que supone el 81% de la superficie de los cultivos leñosos (ESYRCE, 2018). En los campos andaluces el olivar es un cultivo tradicional y fue entre los siglos XVIII y XIX cuando se produjo su mayor extensión en este territorio (Cruz,1983) debido al aumento en la demanda que supuso uno de los alimentos básicos y más preciados de la dieta mediterránea: el aceite de oliva. Sin embargo, en las últimas décadas el manejo tradicional de estos agroecosistemas se está viendo desbancado por las prácticas agrícolas intensivas

de la agricultura industrial fruto de las presiones mercantiles y la neoliberalización del sector. El excesivo laboreo junto con el uso de maquinaria pesada, eliminación de cubiertas vegetales y uso de herbicidas está teniendo consecuencias alarmantes en la pérdida de suelo fértil o erosión hídrica. Se estima que cada año se pierde entre 29 y 47 toneladas por hectárea de suelo fértil en los olivares (Vanwalleghem et al. 2011). Ni que decir tiene el efecto negativo que está ocasionando la mecanización e industrialización de los sistemas agrícolas junto con la Política Agraria Comunitaria (PAC) en el sustento económico y en la vida de [los agricultores](#) y [ganaderos](#) y por ende en el despoblamiento del medio rural. Ante este escenario es urgente que se produzca un cambio en el manejo y gestión de los olivares en particular y de la agricultura en general donde se transite hacia un modelo agroecológico y se considere central la agricultura de conservación en secano (Martinez et al. 2016; Carvalho et al. 2014). Para ello, uno de los pasos a tener en cuenta es el conocimiento del estado actual de los recursos suelo, agua y comunidades vegetales y faunísticas de estos agrosistemas. En nuestra investigación nos centramos en caracterizar de forma funcional y transversal, a través del análisis de las propiedades edáficas, análisis del estado funcional de las especies de cultivo y el análisis de la comunidad de herbáceas, cuatro agroecosistemas de secano donde se combina olivos y almendros diferenciados por el manejo en relación a la presencia e intensidad del laboreo. Debido a la extensión del trabajo, en esta comunicación nos centraremos en el tercer punto: análisis de la comunidad de herbáceas. Las aproximaciones al estado y funcionamiento tanto de los sistemas naturales como de los agroecosistemas es una tarea compleja por la presencia e interacción de los múltiples factores que lo componen. La diversidad ecológica es una propiedad del sistema que nos aporta información útil como descriptor cuantificable de la forma de organización que tienen los elementos de las comunidades y su relación con los cambios y sucesiones ecológicas que se dan en las mismas y por ende en el agrosistema (Margalef, 2002). En esta línea hay que tener claro qué tipo de información nos ofrecen estos índices para no caer en el recurrente error de otorgarles más propiedades que la que realmente tienen a la hora de explicar el funcionamiento o calidad de un agrosistema. Esto, junto con el uso indiscriminado de los términos de diversidad y biodiversidad puede generar cierto grado de confusión cuando se hacen aproximaciones y estudios en los sistemas agrícolas. En este sentido el objetivo de nuestro trabajo es doble: por un lado nos centramos en hacer un análisis de las comunidades de herbáceas atendiendo a la cuantificación de la diversidad taxonómica y funcional así como riqueza de especies y funcional entre las fincas de estudio para ver de qué modo la presencia e intensidad del laboreo afecta a las comunidades de herbáceas y por otro lado tratamos de reflexionar y abrir un debate en torno a la información real que los valores de diversidad nos aportan en el estudio de los agroecosistemas.

Material y Métodos

Zona de estudio: el área de estudio se ubicó a 3 km dirección sur de la aldea de Jorox, en el término municipal de Alozaina (Málaga, SE España; 36°43'08.5"N, 4°53'01.0"W) a unos 420 m snm y enclavada entre el Parque Natural y Reserva de la Biosfera de la Sierra de las Nieves (futuro Parque Nacional) y el Valle del Guadalhorce. El tipo de clima es Mediterráneo (Csa, según la clasificación climática de Köppen) caracterizado por inviernos fríos, veranos calurosos y acusada estación seca estival, con un déficit de lluvias de cuatro meses. La temperatura media anual es de 17°C, con una media de las mínimas de 8,5°C y una media de las máximas de 22,5°C. La precipitación media anual es de 529,2 mm, registrándose principalmente en otoño e invierno (Actas del VI Simposio del Agua en Andalucía: 1 a 3 de junio 2005, Sevilla). El terreno colindante al área de estudio se caracterizó por la presencia de cultivos de secano (principalmente de almendros y olivos) y por matorral típico mediterráneo, destacando varias especies de *Cistus* y especies de *Quercus* (como sustrato arboreo) en las zonas parcheadas de bosque.

Fincas de estudio: se seleccionaron cuatro fincas de cultivo de secano (olivo y almendro) en relación al tipo de laboreo (presencia e intensidad): 1) Finca sin intervención (S), caracterizada por estar sin ningún tipo de manejo durante 18 años y con una mínima intervención los dos últimos en relación a la cosecha y podas mínimas. 2) Adyacente a la

anterior una finca que recibe un único labrado profundo por ciclo de cultivo, finca convencional ligera (CL). 3) Finca convencional intensiva (CI), caracterizada por recibir numerosos labrados profundos por ciclo de cultivo y uso de herbicidas. 4) Finca en transición ecológica (E), con un manejo ecológico actual y evitando el laboreo en los últimos cinco años. Los cuatro agroecosistemas comparten una coexistencia espacial así como sustrato geológico, orientación, altitud y, en buena medida, pendientes. Como quinta área de estudio se caracterizó una zona de bosque cercana a la zona de cultivo como referente de sistema natural (B). **Análisis de diversidad vegetal:** se realizó a finales del mes de abril de 2016, momento en el que la mayoría de las especies de herbáceas estaban en período de floración, clave para su identificación. Se contabilizó *in situ* el número de especies (riqueza específica (S)) así como la abundancia de las mismas. Como delimitante de la superficie de estudio, se empleó una cuadrícula ampliable (0,25 x 0,25 m) con un área inicial de 0,25 m² (0,50 x 0,50 m) y un área máxima de 9 m². De este modo, se obtuvieron datos en 10 áreas acumulativas (0,25 m²; 0,56 m²; 1 m²; 1,56 m²; 2,25 m²; 3,06 m²; 4 m²; 5,06 m²; 6,25 m²; 9 m²), permitiendo estimar así las áreas mínimas en cada muestreo. **Índice de diversidad:** se aplicó el índice de información de Shannon-Weaver (Shannon y Weaver, 1949) como método para el cálculo de la diversidad vegetal de herbáceas. Se calcularon dos índices de diversidad en cada una de las fincas de estudio: 1. Diversidad clásica o taxonómica atendiendo a la riqueza específica como categorías de estudio y a sus correspondientes abundancias y 2. Diversidad funcional donde las familias botánicas se establecieron como grupos funcionales (riqueza funcional) y se tuvo en cuenta su correspondiente abundancia de especies. A partir de los valores de diversidad máxima (H_{máx}) se calculó el grado de uniformidad o equidad (E) para cada zona de estudio. Además se hizo un análisis en detalle de las especies redundantes en las categorías funcionales así como de la funcionalidad de las especies que mayor representación tuvieron en cada zona de estudio.

Resultados y discusión

Con los datos registrados en campo se obtuvieron los índices de diversidad taxonómica y funcional para el estudio de las comunidades de herbáceas en cada una de las zonas de estudio. En la figura 1 se puede observar como a nivel taxonómico la finca sin manejo (S) fue la que tuvo mayor diversidad, alcanzando un valor de 3,31 bits. Sin embargo, en el extremo opuesto se encuentra la finca de transición ecológica (E) que fue la que presentó los mínimos valores de diversidad tanto a nivel taxonómico como a nivel funcional, 0,28 y 0,21 bits respectivamente. Si nos fijamos en las dos fincas de manejo convencional, ambas tuvieron valores de diversidad taxonómica muy similares, cercanos a los 2,8 bits. Sin embargo, cabe destacar el máximo valor de diversidad (2,44 bits) que tuvo la finca de manejo convencional intensivo cuando se atendió a los grupos funcionales. Seguido a este le precedió la finca (S) con un valor de diversidad funcional de 2,23 bits. A partir de estos valores de diversidad ¿qué información podemos extraer sobre las comunidades vegetales y sobre la funcionalidad y estado de los agroecosistemas en sí?. De forma aislada los valores de diversidad únicamente nos informan de la probabilidad de acierto de que un individuo o una especie extraída al azar de la comunidad pertenezca a una especie en concreto (diversidad taxonómica) o a un grupo funcional determinado (diversidad funcional).

Vemos como hay fincas de estudio que presentaron valores de diversidad similares y elevados aunque su grado de organización y composición así como su manejo fueron muy diferentes (Tabla 1). La finca convencional intensiva con una riqueza específica de 7 especies y una abundancia total de tan solo 18 individuos presentó valores de diversidad taxonómica similares a la finca convencional ligera (CL) que tuvo una abundancia total de 333 individuos y 14 especies o a la finca sin manejo con una representación de 18 especies y una abundancia total de 216 individuos. En los tres casos la equidad fue elevada, lo que refleja que todas las especies presentes estuvieron compuestas en mayor medida por un número equitativo de individuos. De forma similar ocurre con el índice de diversidad funcional. Aunque se estableció una categorización por grupos funcionales, ambos índices consideran a todas los elementos equivalentes, independientemente del tamaño y peso que presenten (Magurran, 2005).

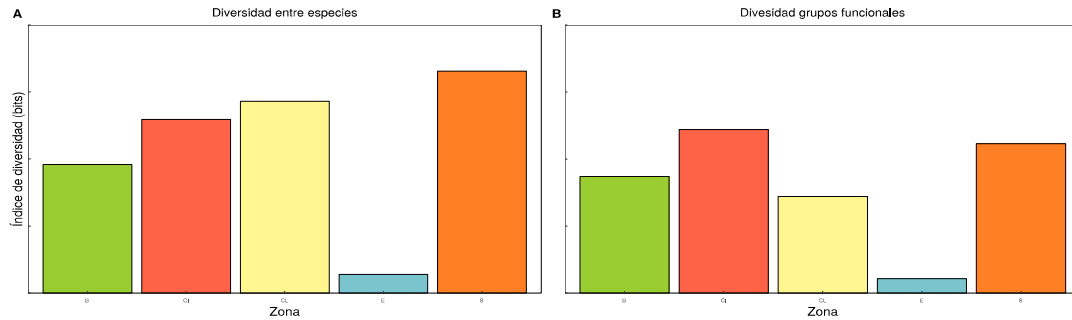


Figura 1. Índices de diversidad (Shannon-Weaver) vegetal de herbáceas de cada una de las zonas de estudio. A) Índice de diversidad taxonómico. B) Índice de diversidad funcional a partir de familias botánicas.

Son índices que consideran que todas las especies tienen una probabilidad similar de supervivencia y reproducción (Chave, 2004).

Esto nos da una idea de que para analizar las comunidades y hacer una aproximación más real de los agroecosistemas no basta sólo con conocer los valores de diversidad, si no que necesitamos relacionar estos valores con los procesos de cambio y sucesión ecológica y ahondar en mayor profundidad y amplitud en otros elementos descriptores presentes en cada uno de los sistemas, como son por ejemplo el tipo de especies que lo componen y la presencia o no de especies redundantes. En este sentido y analizando la información presente en la tabla 1, vemos como los bajos valores de diversidad y la baja equidad que presentó la finca (E) se debe a que la comunidad vegetal está dominada, con una frecuencia relativa de 0,96 y a modo de prado denso, por una única especie, *Brachypodium distachyon*

Tabla 1. Descriptores de la comunidad vegetal a nivel taxonómico y funcional.

Zona	Riqueza específica	Equidad (E)	Especie	F. relativa	Riqueza funcional	Equidad (E)	Familia	F. relativa
S	18	0,78	<i>Convolvulus althaeoides</i> L. <i>Bituminaria bituminosa</i> (L.) C.H Stirt	0,30	8	0,74	Convolvulaceae Asteraceae	0,35
				0,14				0,33
CL	14	0,75	Compuesta <i>Carduncellus caeruleus</i> (L.) C. Presi	0,35	6	0,75	Asteraceae	0,72
				0,20				
CI	7	0,92	<i>Scorpiurus muricatus</i> L. <i>Silene colorata</i>	0,28	6	0,08	Poaceae	0,97
				0,22				
E	12	0,08	<i>Brachypodium distachyon</i>	0,96	6	0,94	Fabaceae Caryophyllaceae	0,28
								0,22
B	6	0,74	<i>Cistus salvifolius</i> L.	0,44	5	0,23	Cistaceae Fabaceae	0,48
								0,35

y por la familia Poaceae como grupo funcional. Este escenario de dominancia de una única especie es propio de una fase de transición en el proceso de la sucesión secundaria, fases que son consideradas algo inestables frente a posibles cambios ambientales por la baja presencia de especies redundantes (Jackson et al. 2001; Hooper et al. 2005).

El escenario que nos muestra la finca (CI) nos abre el dilema largamente discutido de la relación entre diversidad, estabilidad y resiliencia. La comunidad vegetal presente en este agroecosistema, aún con una elevada diversidad tanto funcional como taxonómica, se encuentra continuamente en un proceso regresivo hacia etapas iniciales y simples de la sucesión ecológica, por la exposición continuada de perturbaciones ocasionadas por el laboreo y uso de herbicidas. Se trata por tanto, de una situación donde los recursos disponibles son explotados de igual forma por todas las especies colonizadoras que pueden proceder del banco de semillas del mismo suelo, o por la acción de la dispersión de otros lugares más alejados. Estas nuevas especies colonizadoras, como son *Scorpiurus muricatus* L. y *Silene colorata*, presentan un bajo porcentaje de biomasa y suponen una escasa cubierta vegetal. Esto supone que el suelo prácticamente desnudo será diana de factores erosivos potenciando la pérdida de suelo fértil. Además, el cambio en la comunidad vegetal de ese suelo repercute directamente en la cantidad y calidad de materia orgánica "fresca" que conformará el futuro humus, implicado en la estructura del suelo. Esto junto con la inexistente presencia de especies redundantes se traduce normalmente en una baja estabilidad del sistema u homeostasis (Odum, 1969) y baja capacidad de respuesta o

resiliencia del agrosistema frente a perturbaciones ambientales (Folke, 2006). Por último, la elevada riqueza específica y funcional así como el elevado grado de equidad de los individuos hace pensar que las comunidades vegetales presentes en las fincas con manejo mínimo (S) y con convencional ligero (CL) se encuentran en etapas más maduras de la sucesión ecológica. Además la presencia de especies redundantes en los grupos funcionales como Asteraceae y Brassicaceae les confiere a estas fincas según la “hipótesis aseguradora” mayor estabilidad frente a escenarios fluctuantes ya que evitan que los nichos funcionales, excepto en un momento de colapso, queden vacíos por la desaparición de ciertas especies ante una perturbación (Jackson et al. 2001). Por otro lado, en el caso de la finca (S) la alta presencia de *Bituminaria bituminosa* y sus características morfológicas como son su amplia envergadura y distribución rastrera evitará la pérdida de agua por evaporación y de suelo fértil por eventos erosivos. Si se prolongara en el tiempo la escasa intervención humana en relación al manejo de la finca S, posiblemente la composición del sistema tendería a renaturalizarse y disminuyendo los rendimientos del cultivar.

Conclusiones

Las prácticas de laboreo intensivo y continuado en el tiempo en la finca CI favorecen el establecimiento de comunidades vegetales propias de estadios iniciales de la sucesión secundaria con la colonización de especies r-estrategas del suelo. Aunque los niveles de diversidad de CI y E fueron opuestos ambas fincas presentaron una baja respuesta frente a futuras perturbaciones ambientales. A diferencia de las anteriores el tipo de manejo de la finca S y CL fomentan el establecimiento de especies con funciones similares en varios grupos funcionales y de especies que evitan, por su morfología, la pérdida de agua y de suelo fértil. Dando lugar a agroecosistemas de secano más resilientes frente a las presiones ambientales. La diversidad de manera aislada no puede dar explicación al funcionamiento, calidad y capacidad de respuesta que tienen los agroecosistemas ante perturbaciones ambientales. Para hacer una aproximación más real del funcionamiento de los agroecosistemas necesitamos complementar esa información ahondando en mayor profundidad y amplitud en otros elementos descriptores presentes en cada uno de los sistemas, como son por ejemplo las especies clave y redundantes o la funcionalidad de las especies predominantes, entre otras.

Agradecimientos

Este trabajo se ha podido presentar en el I Congreso Argentino de Agroecología gracias a la financiación I Plan Propio de Investigación y Transferencia de la Universidad de Málaga.

Referencias bibliográficas

- Cruz, J. (1983). Transformaciones recientes en la agricultura andaluza. Revista de estudios Andaluces. 1: 69-84. <https://doi.org/10.12795/rea.1983.i01.06>
- Carvalho, M. and Lourenc, E. (2014). Conservation Agriculture- A Portuguese Case Study. Journal of agronomy and crop science. ISSN 0931-2250.
- Folke, C. (2006). Resilience: the emergence of a perspective for social ecological systems analyses. Global Environmental Change, 16: 253-267.
- Margalef, R. (2002). Diversidad y biodiversidad. En La diversidad biológica de España (Pineda, F.D. et al., Coord.), pp.3-5 Madrid: Pearson Education.
- Martinez, A. and Francia, J. R. (2016). La agricultura de conservación: Influencia sobre la humedad del suelo. Dossier agricultura de conservación. Pp 774-778.
- Martinez-Moreno, F. and Solís, I. (2017). Evolución de las variedades de trigo duro en España. Vida Rural. pp. 60-67.
- Magurran, A. (2005). Measuring biological diversity. Blackwell Science. Estados Unidos.
- Odum, E. P. (1969). The strategy of ecosystem development. Science, 164: 262-270.
- Rodríguez-Ariza, M.O and Montes-Moya, E. (2005). On the origin and domestication of *Olea europaea* L. (olive) in Andalucía, Spain, based on the biogeographical distribution of its finds. Veget Hist Archaeobot. 14: 55-561.
- Vanwallegghem, T., Amate J. Gonzalez de Molina, M., Soto Fernandez, D., Goímez, J.A., (2011). Modelling the effect of historical soil management on soil erosion in olive orchards over the last 250 years. Agricultural Ecosystems and Environment. 142 (3-4): 341-351.

