



**VNiVERSiDAD
D SALAMANCA**

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

Departamento de Biología Animal, Parasitología,
Ecología, Edafología y Química Agrícola

Modelos espacio-temporales de biodiversidad específica y funcional en pastos adehesados

Memoria presentada por la Licenciada en Biología **Julia Vega Álvarez** para optar al Título de Doctora en Biología por la Universidad de Salamanca bajo la dirección del Dr. **José Antonio García Rodríguez**.

Salamanca, 2019

El Dr. José Antonio García Rodríguez, Profesor Titular Doctor del Departamento de Biología Animal, Parasitología, Ecología, Edafología y Química Agrícola de la Facultad de Biología de la Universidad de Salamanca

Certifica que:

La Tesis Doctoral titulada *Modelos espacio-temporales de biodiversidad específica y funcional en pastos adhesados* que presenta Dña. Julia Vega Álvarez para optar al Título de Doctora en Biología por la Universidad de Salamanca, ha sido realizada bajo su dirección en el Área de Ecología de la Facultad de Biología de la Universidad de Salamanca y reúne todos los requisitos científicos y formales necesarios para su defensa.

En Salamanca, a 17 de Mayo de 2019

Fdo.: José Antonio García Rodríguez

El trabajo desarrollado en este documento se enmarca dentro un proyecto a largo plazo iniciado por el Doctor José Antonio García Rodríguez, del área de Ecología de la Universidad de Salamanca. Los datos analizados corresponden al estudio observacional de campo llevado a cabo en un periodo continuo de diez años (2007-2016) en comunidades herbáceas de un ecosistema adhesionado en la transición mediterráneo-atlántica del Sur de la provincia de Salamanca.

La presente Tesis Doctoral ha sido concebida para aportar nuevas evidencias sobre la influencia de *Cytisus multiflorus* (L'Hér.) Sweet como especie arbustiva facilitadora sobre los patrones de diversidad y distribución de herbáceas a lo largo del tiempo en este entorno. Así, analizamos el efecto de *C. multiflorus* a dos niveles: i) sobre la composición y diversidad de especies, y ii) sobre la estructura de las comunidades herbáceas a través de sus interacciones directas e indirectas. En este sentido exploramos la facilitación del matorral desde un punto de vista integral, incluyendo aspectos funcionales y filogenéticos, que nos permiten considerar las tres dimensiones de la biodiversidad (taxonómica, funcional y filogenética) en su conjunto. Incorporamos, asimismo, el análisis de las redes de interacción entre especies herbáceas, donde exploramos los patrones de asociación espacial, discutiendo el papel de las interacciones positivas y negativas en la estructuración de las comunidades herbáceas y el efecto modulador de la facilitación.

Este enfoque innovador nos aproxima a desvelar los mecanismos subyacentes a la coexistencia de especies, arrojando luz sobre las complejas interrelaciones entre especies herbáceas y el papel del matorral en ecosistemas mediterráneos. En un entorno donde cambios en el uso del suelo y el calentamiento global ponen en peligro la sostenibilidad de un ecosistema de alto valor biológico, entender los procesos ecológicos que dirigen el mantenimiento de la biodiversidad resulta crucial para desarrollar estrategias de conservación efectivas. Así el matorral, en contra de la visión de la gestión tradicional como enemigo de los pastos, se perfila como potencial refugio de diversidad, que puede ser decisivo para asegurar la persistencia de los pastizales mediterráneos a largo plazo.

RESUMEN

La Tesis Doctoral se divide en cuatro capítulos en los que analizamos diferentes aspectos relacionados con el papel del matorral sobre las comunidades herbáceas. En primer lugar, en el capítulo 1, exploramos el efecto de la cobertura arbustiva como tampón climático, reduciendo el impacto de las condiciones ambientales externas, influyendo a su vez en la composición de las comunidades herbáceas a lo largo del tiempo. Analizamos las tendencias durante tres años (2013-2016), de la composición de grupos funcionales en comunidades herbáceas en respuesta a las variaciones climáticas estacionales. Comparamos los patrones observados en comunidades bajo la cubierta de *C. multiflorus* y zonas abiertas y analizamos las condiciones climáticas de precipitación y temperatura durante el periodo de estudio. En el segundo capítulo, investigamos cómo la protección arbustiva del matorral modifica la composición de las comunidades herbáceas, y el efecto sobre la riqueza y diversidad de especies a escala local. Para tener una visión integral del efecto facilitador del matorral, consideramos su influencia sobre la diversidad taxonómica, funcional y filogenética de comunidades herbáceas. Asimismo, exploramos cómo varía la facilitación a lo largo de un gradiente de disponibilidad de agua, con el objetivo de comprobar si la hipótesis del gradiente de estrés, que prevé mayores efectos facilitadores en condiciones de estrés ambiental, se cumple en nuestro caso y si esta relación puede variar entre diferentes dimensiones de la diversidad. De este modo, indagamos en la función del matorral como refugio de diversidad, permitiendo la supervivencia de especies sensibles a los filtros ambientales externos, como sequías severas o la presión de pastoreo, lo cual podría ser crucial en el contexto de inestabilidad previsto en el entorno mediterráneo, debido al calentamiento global y la intensificación de la ganadería.

A continuación, en el tercer capítulo, nos introducimos en el estudio de las redes de interacción, con la intención de descubrir si entre las complejas interrelaciones entre especies herbáceas existe algún patrón de asociación subyacente que explique su distribución espacial. En concreto, estudiamos la presencia de una estructura organizativa descubierta recientemente a escala global, según la cual las especies raras tienden a formar interacciones positivas para sobrevivir a la presión competitiva ejercida por las especies dominantes. Partimos de esta propuesta y analizamos si la organización de las comunidades herbáceas varía en el tiempo o por el contrario es constante, a pesar de las condiciones ambientales y de factores

bióticos, como la presencia del matorral, que podrían modular el patrón de interacciones entre especies.

Por último, habiendo explorado en los capítulos anteriores los efectos directos de *C. multiflorus* sobre la composición y la estructura de las comunidades herbáceas, nos centramos en el efecto del matorral como competidor de la especie herbácea predominante *Agrostis castellana* Boiss. & Reuter, facilitando de manera indirecta a las especies que son excluidas por *A.castellana*. Analizamos en primer lugar la influencia de estas interacciones indirectas sobre la heterogeneidad regional, mediante el estudio de la beta diversidad, indagando no sólo en los patrones espaciales de recambio de especies, sino también en el recambio funcional y filogenético entre comunidades, lo cual puede aportar información relevante acerca de los procesos de ensamblaje a diferentes escalas espaciales. En última instancia, evaluamos si la facilitación indirecta de *C. multiflorus* es específica, con efectos diferentes dependiendo de la especie considerada. Para ello analizamos el efecto del matorral sobre la abundancia relativa de dos especies individuales (*Crepis capillaris* (L.) Wallr. y *Vulpia bromoides* (L.) Gray) y su interacción con la dominancia de *A.castellana*.

Nuestros resultados ponen de manifiesto la relevancia de los matorrales en los ecosistemas de dehesa, manteniendo la diversidad de las especies herbáceas, que son las que hacen de este paisaje un punto caliente de biodiversidad con especial interés de conservación. De esta manera, comprobamos el rol de *C. multiflorus* como tampón climático frente a las condiciones ambientales externas, como refugio de diversidad de especies sensibles a la presión ganadera y como competidor superior de las especies herbáceas dominantes, facilitando la supervivencia de especies raras y la sostenibilidad del sistema. Asimismo, los hallazgos derivados de la presente Tesis Doctoral, evidencian la necesidad de evaluar las diferentes dimensiones de la biodiversidad desde un punto de vista integral, incluyendo el análisis de los rasgos funcionales y el grado de proximidad filogenética entre especies, así como los efectos directos e indirectos de las interacciones entre matorral y herbáceas, para descifrar el papel facilitador de los arbustos en los pastizales mediterráneos.

Apéndices



CONCLUSIONES

- El matorral *C. multiflorus* actúa como un tampón climático, creando un microambiente estable bajo su copa que reduce el impacto de las fluctuaciones estacionales sobre las comunidades herbáceas, lo cual repercute en su composición y favorece la supervivencia de especies sensibles a los filtros ambientales.

- La presencia del matorral tiene efectos positivos sobre la diversidad taxonómica, funcional y filogenética de las comunidades herbáceas, que derivan en comunidades más equitativas, donde el aumento de diversidad es debido en gran medida a un mayor equilibrio entre abundancias de especies, y en menor medida a un aumento de la riqueza.

- En contra de la hipótesis de gradientes de estrés, la facilitación a escala local tiende a ser más intensa a niveles intermedios de disponibilidad de agua, y se debilita a medida que nos acercamos a los extremos del gradiente.

- Las comunidades herbáceas se organizan siguiendo un patrón de asociación en el que las interacciones positivas entre especies poco abundantes son el mecanismo más probable para explicar su persistencia en las comunidades naturales, siendo consistente en el tiempo, a pesar de las variaciones en factores abióticos y de la presencia del matorral.

CONCLUSIONES

- La especie dominante *Agrostis castellana*, tiene efectos negativos sobre la beta diversidad, que son mitigados debajo de matorral debido al aumento de la diversidad filogenética y a que *A. castellana* tiende a ser más excluyente de taxones filogenéticamente más próximos.

- Los efectos indirectos de *Cytisus multiflorus* a través de su influencia negativa sobre la dominante *Agrostis castellana*, son especie-específicos, con resultados incluso opuestos dependiendo de la especie considerada.

- Este estudio ilustra la necesidad de evaluar las diferentes dimensiones de la biodiversidad desde un punto de vista integral, considerando las interacciones tanto positivas como negativas entre especies para desentrañar el complejo papel de la facilitación en el ensamblaje de las comunidades.