

Evaluación de los cambios en la flora espontánea en Portugal para un periodo de 10 años. Proyecto ValBioTecCynara

Sofia Ramôa¹✉, João Portugal¹, Ilias Travlos³, Teresa Vasconcelos², Paulo Forte², Pedro Oliveira e Silva¹, Paula Nozes¹, Carla Pinto-Cruz⁴, Anabela Belo⁴, Paula Simões⁴, Ana Paulino⁵, Maria Fátima Duarte^{4,5}

¹Instituto Politécnico de Beja, Escola Superior Agrária, Rua Pedro Soares, Apartado 6158, 7800-908 Beja, Portugal

²Universidade de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, Apartado 354, 1349- 017 Lisboa, Portugal

³Agricultural University of Athens, Faculty of Crop Science, 75, Iera Odos str., GR11855, Athens, Greece

⁴Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas (ICAAM), Universidade de Évora, Pólo da Mitra, 7002-554 Évora, Portugal

⁵Centro de Biotecnologia Agrícola e Agro-Alimentar do Alentejo (CEBAL)/Instituto politécnico de Beja (IPBeja),

Rua Pedro Soares, Apartado 6158, 7800-908 Beja, Portugal

✉sramoa@ipbeja.pt

Resumen: El objetivo de este estudio fue analizar la dinámica temporal de la vegetación espontánea en un periodo de diez años (1997 y 2007), teniendo en cuenta los cambios en los sistemas culturales acaecidos con la adopción del riego. Los muestreos se realizaron siempre en las mismas parcelas. Se realizó un análisis de frecuencia, abundancia de las especies y grado de infestación. Para comparar los resultados en 1997 y 2007, se aplicó la metodología de análisis de varianza en los valores del índice Shannon-Wiener. El análisis canónico de la correspondencia se utilizó para complementar esta información. Nuestros resultados revelaron que la flora fue siempre muy diversa y, a pesar de la intensificación del sistema de producción agrícola, la biodiversidad aumentó con el tiempo. A continuación se hace una presentación del proyecto sobre la valorización económica del cardo (*Cynara cardunculus*) su variabilidad natural y aplicaciones biotecnológicas – ValBioTecCynara.

Palabras clave: cultivos, biodiversidad, clima mediterráneo, Análisis canónico de correspondencia, *Cynara cardunculus*.

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, con la implantación de nuevas áreas de riego en Alentejo (Portugal), la agricultura ha sido objeto de cambios graduales en los sistemas agrícolas tradicionales desde el año 2006 con la implementación de nuevos cultivos en regadío diversificando los modelos culturales. Estos cambios también están vinculados a la adopción de un modelo de producción más intensivo, cuyo impacto en los recursos naturales debe ser bien conocido. Las nuevas prácticas de gestión agrícola conducen a nuevos equilibrios en la flora espontánea y tal información es considerada de gran importancia. Los servicios ecológicos que este tipo de vegetación proporciona a los agroecosistemas no son despreciables y una agricultura moderna cada vez más intensiva conduce a una pérdida de biodiversidad (Storkey and Westbury, 2007; José-María et al., 2010; Sans et al., 2013), lo que amenaza la sostenibilidad, no solo de los servicios ambientales prestados por ella, mas también fuertes costumbres regionales. Por lo tanto, una cuestión muy importante es evaluar el efecto del tiempo en la composición de las comunidades florísticas, y su nivel de ocurrencia, para lograr una gestión eficaz de las malas hierbas teniendo en cuenta todos los servicios que suministran a los agroecosistemas. El objetivo de este estudio fue analizar la dinámica temporal de la vegetación espontánea en un periodo de diez años, que corresponde al punto de inflexión en el paradigma de la agricultura alentejana. En continuación se hace una presentación del proyecto ValBioTecCynara sobre la valorización económica del cardo (*C. cardunculus*) su variabilidad natural y aplicaciones biotecnológicas.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Muestreos florísticos y recolección de datos. Los muestreos florísticos se realizaron en el distrito de Beja, en el sur de Portugal (Alentejo) durante 2 años, 1997 y 2007. En 1997, las parcelas fueron seleccionadas al azar. Se realizaron 100 muestreos florísticos, principalmente en trigo, pero también en parcelas de avena y cebada. Las parcelas muestreadas fueron todas referenciadas con GPS. En 2007, se realizaron 105 muestreos florísticos exactamente en los mismos lugares georeferenciados diez años antes. Encontramos parcelas con trigo, avena, cebada y otras nuevas que contienen olivos, pinar, barbecho y pasto, recientemente implantadas como resultado de las nuevas áreas de riego. Los muestreos se realizaron en abril y mayo, caminando alrededor del campo de manera aleatoria hasta que no se detectaron nuevas especies. A continuación, se creó una lista de presencia y ausencia de especies, en la que se agregó el nombre latino. La abundancia de especies utilizada fue la propuesta por Barralis (1976). Se determinó el grado de infestación, a partir de la frecuencia relativa y la abundancia media. Con el objetivo de evaluar los efectos que los diferentes sistemas de cultivos ejercen sobre la dinámica temporal de la flora espontánea se recurrió a estimar el índice de diversidad de Shannon-Wiener. Estos procedimientos fueron idénticos para ambos años.

2.2. Análisis de datos. Con el fin de evaluar los cambios en la flora espontánea, se utilizó la metodología de análisis de varianza (ANOVA) a partir de los valores del índice de diversidad estimado para 1997 y 2007, según un delineamiento completamente al azar con diferente número de repeticiones. Las diferencias entre los valores medios de los factores estudiados (tiempo y diversidad) y su interacción, se consideraron significativas para un nivel de significación de $p < 0,05$. Lo teste de Tukey para los niveles de significación $p = 0,05$ se aplicó en los casos en que el análisis de varianza reveló un efecto significativo para los factores analizados, con el fin de identificar diferencias entre valores medios. Cuando la interacción entre factores fue considerada significativa, lo teste de Tukey fue aplicado a los valores medios observados en uno de los factores, bajo niveles fijos de los otros factores. Se utilizó el método de análisis multivariado de ordenación directa, Análisis Canónico de Correspondencias (CCA), para complementar la información obtenida. Esta análisis CCA fue utilizado solo para el año 2007 para examinar la distribución de la vegetación espontánea y los diferentes cultivos. Para el procesamiento de datos se utilizó el software R-Project con el paquete Vegan.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Composición y diversidad de la vegetación de espontánea. En 1997, los muestreos se hicieron en cultivos arvenses de secano, en parcelas con cultivo del trigo, avena y cebada. En los muestreos realizados en 2007, se encontró una realidad diferente, Alrededor del 10% de los sitios estudiados comenzaron a tener cultivos de regadío, en particular olivar y otras parcelas de pasto sembrado, barbecho y pinar, aunque este último con muy baja expresión. En 1997, los 229 taxones identificados se distribuyeron en 40 familias. La familia con mayor representación fue Asteraceae, seguida de Poaceae y Fabaceae con 52, 41 y 24 taxones presentes por familia, respetivamente. En 2007, las 264 especies identificadas se distribuyeron en 42 familias. La familia con mayor representación fue Asteraceae, seguida de Poaceae y Fabaceae con 51, 45 y 38 taxones presentes por familia, respetivamente. En 1997 (Tabla 1), 7 especies presentes en más de la mitad del inventario de las parcelas muestreadas ($FR > 50\%$) y que son: *Polygonum*

aviculare, *Anagallis arvensis*, *Convolvulus arvensis*, *Phalaris minor*, *Avena sterilis*, *Lolium rigidum* y *Raphanus raphanistrum*. En el año 2007, solo existen 3 especies presentes en más de la mitad del inventario de las parcelas muestreadas (FR > 50%): *A. sterilis*, *L. rigidum* y *P. minor*.

Tabla 1. Número de especies presentes en los muestreos florísticos

Año	1997	2007
[100%; 50%]	7	3
[50%; 25%]	13	29
[25%; 10%]	39	43
≤ 10%	170	189
Σ	229	264

Tabla 2. Especies con grado de infestación muy alto y alto

Grado de infestación	1997	2007
Muy alto	<i>Lolium rigidum</i>	<i>Lolium rigidum</i>
	<i>Anagallis arvensis</i>	<i>Agrostis pourretii</i>
	<i>Galium aparine</i>	<i>Avena sterilis</i>
	<i>Lolium temulentum</i>	<i>Carthamus lanatus</i>
	<i>Oxalis pes-caprae</i>	<i>Chamaemelum mixtum</i>
	<i>Phalaris minor</i>	<i>Crepis vesicaria</i>
	<i>Polygonum aviculare</i>	<i>Cynodon dactylon</i>
Alto	<i>Ranunculus trilobus</i>	<i>Bromus hordeaceus</i>
	<i>Raphanus raphanistrum</i>	<i>Galium aparine</i>
		<i>Hirschfeldia incana</i>
		<i>Juncus bufonius</i>
		<i>Leontodon taraxacoides</i>
		<i>Stipa capensis</i>
		<i>Trifolium campestre</i>
		<i>Vulpia ciliata</i>

En relación al grado de infestación, *L. rigidum* fue la única especie con un muy alto grado de infestación, mientras que nuevas especies pasaron a tener altos grados de infestación.

3.2. Dinámica de la vegetación espontánea. Los resultados del ANOVA muestran que, para el nivel de significación del 5% (Tabla 3), ocurrió un aumento estadísticamente significativo en la biodiversidad a lo largo del tiempo.

Tabla 3. Efecto del factor tiempo

Años	Índice de Shannon-Wiener *	Error estándar	Test Tukey	
1997	2.8700	0.0487	b	CV = 16.1%
2007	3.0257	0.0464	a	

*valores medios.

La tabla 4 muestra la aplicación del CCA para los datos de las especies y los diferentes cultivos, para el año de 2007, para mostrar el patrón de distribución de la biodiversidad y sus relaciones sobre los tipos de cultivos. Los cultivos no presentaron problemas de colinealidad a través de los valores de VIF. La aplicación del CCA reveló diferencias significativas entre las comunidades florísticas (Tabla 4 y Fig. 1). Cerca de 10,5% de la variabilidad florística es explicada por la variable cultivo. El CCA ha producido valores altos para la varianza acumulada explicada por especies-cultivos, 34,4%, 51,9% y 66,1% en relación al eje canónico 1, eje 2 y eje 3, respectivamente. Esto significa que la ordenación constreñida dejó cerca del 34% de la varianza restante sin explicación. Por otra parte, el test ANOVA también indicó que la extracción de los 3 ejes de ordenación fue significativa en la ordenación de los cultivos.

Tabla 4. Análisis canónico de correspondencia (año 2007)

Ejes	2007				I _t	I _c
	CCA ₁ **	CCA ₂ **	CCA ₃ **	CCA ₄ ^{ns}		
Valores propios	0,195	0,099	0,082	0,063	5,373	0,566
Varianza acumulada explicada por especies (%)	8,1	12,7	16,6	19,6		
Varianza acumulada explicada por especies-cultivos (%)	34,4	51,9	66,1	77,2		
Trigo [*]	Avena ^{***}	Cebada ^{**}	Olivar ^{ns}	Barbecho ^{***}	Pasto ^{***}	Pinar ^{ns}

F_{modelo}=1,6315 (P=0,005); I_t=Inercia total; I_c=Inercia restringida; nivel de significación: *** 0,001;

** 0,01; * 0,05; ns no significativo; CCA_{1,2,3,4}: primero, segundo, tercero y cuarto eje canónico.

La figura 1 resalta que: la flora asociada al barbecho y pasto se relacionan positivamente con el eje 1 y en posición contraria al mismo eje; trigo, cebada y avena presentan una correlación negativa revelando, claramente, diferencias en la flora asociada a los cereales de secano y las zonas de barbecho y pasto, estas mucho más diversificada.

Estas diferencias derivan de la forma de gestión de las malas hierbas en los diferentes sistemas. Sin embargo, la avena, tiene una particular flora espontánea ya que su producción está dedicada a la alimentación de ganado, y el control de malas hierbas es menor, o incluso nulo, en relación a los campos de trigo y cebada, donde es habitual la aplicación de herbicidas. Las zonas de barbecho, por definición, no presentan control de malas hierbas. También, en las zonas de pastos sembrados emerge una flora muy distinta y característica que resulta del banco de semillas del suelo y de la inclusión de especies leguminosas.

4. CONCLUSIONES

El número de taxones identificados fue siempre muy alto, aunque la mayoría de las especies mostraron bajos valores de frecuencia y abundancia. Solo un pequeño grupo de especies, en ambos años, mostró niveles de frecuencia y abundancia que deberían preocupar a los agricultores. En 2007, la flora se presentó más rica y abundante en especies. El cambio gradual en los sistemas agrícolas tradicionalmente practicados en la región (arvenses de secano) impulsado por la introducción de riego (EFMA), así como la implantación de nuevas áreas de olivar asociado a

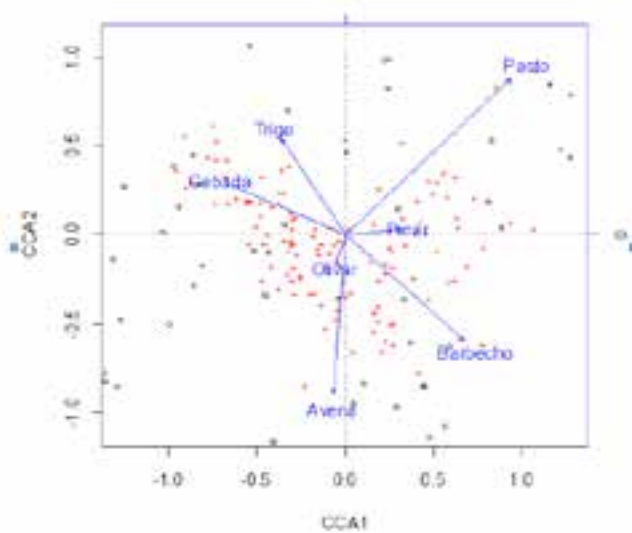


Figura 1. Diagrama de ordenación de análisis canónico de correspondencia (CCA), año 2007.

un sistema de agricultura más intensivo, explican las diferencias encontradas que, obviamente, ejercen presiones diferentes sobre el medio ambiente, creando condiciones favorables para su emergencia. Además, el impacto en el tiempo de las políticas de la PAC por lo que respecta a la implantación del *set-aside*, cultivos subvencionados (en particular las zonas de pastos y barbecho), tuvieron una gran expresión en la región del Alentejo. Los barbechos son particularmente ricos en flora arvense, que incluso son integrados en medidas agroambientales en determinadas áreas con el fin de aumentar la biodiversidad. La *C. cardunculus* ha sido una especie encontrada en este estudio como rara o de baja frecuencia y abundancia. Para allá de los servicios ambientales que presta su importancia, en Alentejo, tiene a ver con sus fuertes tradiciones regionales muy relacionadas con el fabrico artesanal de queso y su uso en la gastronomía regional. Sin embargo, este cardo, presenta múltiples usos aún por desarrollar y muy importantes al nivel de la medicina donde puede tener importancia para el tratamiento de úlceras gástricas, cáncer de estómago y de mama.

5. PROYECTO ValBioTecCynara

El Centro de Biotecnología Agrícola y Agroalimentaria del Alentejo (CEBAL), por la investigadora Fátima Duarte (PhD) en colaboración con seis entidades del sistema científico y tecnológico nacional portugués, ha sido el proponente e responsable del proyecto actualmente en curso 'ValBioTecCynara - Valorización económica del cardo (*C. cardunculus*) su variabilidad natural y aplicaciones biotecnológicas.' Este proyecto aborda una caracterización genética, molecular, morfológica y bioquímica de diferentes poblaciones de cardo, como una estrategia combinada para identificar la variabilidad genética natural e individuos con perfiles bioquímicos de interés. Es un proyecto innovador en el uso tradicional de las flores (pistilos) para la industria de la producción de queso así como en el desarrollar de nuevos productos basados en los compuestos bioactivos presentes en las hojas. Los objetivos generales son los siguientes: (1) evaluar la variabilidad ge-

nética natural de las poblaciones de cardo; (2) seleccionar los perfiles bioquímicos para nuevas aplicaciones biotecnológicas; (3) valorizar una flor de cardo (una población) para la producción de queso tradicional del Alentejo; (4) valorizar una hoja de una población para la extracción de compuestos de valor agregado, como nuevos productos farmacéuticos (extractos de cardo y cinaropictina) con potencial uso para el tratamiento de úlceras gástricas, cáncer de estómago y de mama; (5) crear un campo experimental de *C. cardunculus*. La caracterización morfológica de *C. cardunculus* L. es ejecutada por uno equipo de 7 investigadores del Instituto Politécnico de Beja y de la Universidad de Évora. El estudio se hace en 16 poblaciones espontáneas sobre 26 características morfológicas (tallo, hoja, flor y semilla), que se están analizando para relacionar con características bioquímicas de la flor y hoja para la selección de las mejores poblaciones de mayor interés biotecnológicos para lograr los objetivos del proyecto.

6. AGRADECIMIENTOS

Al proyecto ALT20-03-0145-FEDER-000038, designado por «ValBioTecCynara - Valorización económica del cardo (*Cynara cardunculus*) su variabilidad natural y aplicaciones biotecnológicas». Cofinanciado por el Programa Operacional Regional del Alentejo (ALENTEJO 2020), con la participación financiera FEDER.

7. REFERENCIAS

- Barralis G (1976). Méthode d'étude des groupements adventices des cultures annuelles à la Côte d'Or. 5ème Coll Int Ecol Biol Mauvaises Herbes. 1, 59-68.
- José-María L, Armengot L, Blanco-Moreno JM, Bassa M and Sans X (2010). Effects of agricultural intensification on plant diversity in Mediterranean dry land cereal fields. *Journal of Applied Ecology*. 47(4), 832-840.
- Sans FX, Armengot L, Bassa M, Blanco-Moreno JM, Caballero-López L, Chamorro L and José-Maria L. (2013). La intensificación agrícola y la diversidad vegetal en los sistemas cerealistas de secano mediterráneos: implicaciones para la conservación. *Ecosistemas*. 22, 30-35.
- Storkey J & Westbury DB (2007). Mini-review. Managing arable weeds for biodiversity. *Pest Management Science*. 63(6), 517-523.

Evaluation of weed flora dynamic over time, in Portugal. Project ValBioTecCynara

Summary: The aim of this study was to assess the composition of weed communities starting from a rainfed farming system (1997), to the early period of transformation in agricultural systems with the adoption of irrigation (2007). The floristic assessment was made within a 10-year interval always in the same plots. Weed flora was determined by means of relative frequency, abundance and weed infestation degree. The effect of time was also evaluated by applying the methodology of variance analysis on the values of Shannon-Wiener Index. Canonical Correspondence Analysis was used to complement this information only for 2007 to know how the flora was distributed by the different cultures. Our results revealed that in both cases weed flora was of high diversity and, despite the intensification of the agricultural production system, biodiversity increased over time. Following it is presented one project about the economic assessment of cardoon (*Cynara cardunculus*) its natural variability and biotechnological applications – ValBioTecCynara.

Keywords: crops, biodiversity, Mediterranean climate, plant biodiversity, Canonical Correspondence Analysis, *Cynara cardunculus*.